corso di RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 1 - 7 gennaio 1961 - un fascicolo lire 150 **14° numero**

corso di
RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478
MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano.

In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno.

Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare sempre il **francobollo per la risposta.**

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept. of the Army and the Air Force - U.S.A.

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico, con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

IL RICEVITORE RADIO

Lo studio sin qui svolto nelle diverse lezioni ci ha portato ad una rassegna — sufficientemente analitica — dei fenomeni che si svolgono nei circuiti radioelettrici e nei relativi componenti. Abbiamo anche svolto un esame di questi ultimi, del loro comportamento e della loro funzione singola e reciproca. Con ciò ci è consentito affermare che il ricevitore radio, nei suoi principi generali di funzionamento può apparirci ora assai più familiare, e che è perciò giunto il momento di esaminarlo con maggiore dettaglio anche se non abbiamo ancora affrontato lo studio dell'amplificazione, e dei mezzi per attuarla, che nel radioricevitore giuocano un ruolo importantissimo.

REQUISITI GENERALI del RICEVITORE

Il ricevitore ha il compito di completare il ciclo della comunicazione a distanza, iniziata dal trasmettitore. Esso, sappiamo, deve captare una parte dell'energia irradiata da quest'ultimo, separare da questa la cosiddetta « corrente fonica », ossia la « modulazione » che, ci è noto, non è altro che il suono costituito dai segnali percepiti dall'organo sensibile (in linea di massima, un microfono) del trasmettitore, e riprodurla sotto forma di energia percepibile, ossia di suono.

Nelle pagine seguenti vedremo come il ricevitore assolva il suo compito nelle radiocomunicazioni. Riassumiamo anzitutto le caratteristiche principali che ci sono già note in linea di massima.

Gamma di frequenze

La gamma di frequenza è delimitata dalla frequenza minima e massima — ossia rispettivamente dalla lunghezza d'onda massima e minima — che l'apparecchio è in grado di ricevere. Se consideriamo la zona di frequenze che può interessare un radioricevitore, si rileva che essa va da un minimo di 10 kHz ad un massimo di oltre 30.000 MHz; non esiste, tuttavia, un radioricevitore che possa ricevere effettivamente tutte le frequenze, in quanto gli estremi citati coprono una zona eccessivamente vasta, tanto che, per farvi riferimento con sufficiente chiarezza, è necessario suddividerla in « gamme », come esposto nella prima lezione.

Un altro genere di suddivisione è visibile nella tabella delle lunghezze d'onda, pubblicata pure nella prima lezione, allorchè abbiamo illustrato ciò che si intende per oscillazione elettromagnetica. La tabella è basata su di una suddivisione che tiene presente lo scopo per il quale dette frequenze vengono impiegate.

Un ricevitore può coprire un'intera gamma, oppure soltanto una parte di essa; nella maggior parte dei casi, è in grado di ricevere due o tre gamme. Allorchè una di queste ha un'estensione compresa tra 550 kHz e 1.600 kHz, si ha la ricezione della gamma delle « onde medie ».

Sensibilità

La sensibilità è la misura della possibilità da parte di un ricevitore di captare segnali deboli, e di ricavarne segnali percepibili. Qualsiasi apparecchio ricevente intercetta o capta varie irradiazioni, provenienti dai molti trasmettitori presenti ovunque, e funzionanti entro le diverse gamme delle radiofrequenze con varie potenze di irradiazione, per cui i segnali captati sono, oltre che di diversa frequenza, anche di varia intensità. Un ricevitore appartiene ad una classe tanto migliore — agli effetti della sensibilità — quanto più deboli sono i segnali che esso può ricevere dando sempre, nel contempo, una resa apprezzabile.

Selettività

Per selettività si intende la possibilità da parte di un ricevitore di captare un dato segnale e di trasformarlo in energia percepibile ai nostri sensi, escludendo tutti gli altri segnali captati contemporaneamente, e che in quel momento non interessano. Dal punto di vista del ricevitore, le irradiazioni ad Alta Frequenza ricevute sono un intricato complesso di segnali a varie frequenze ed a varie intensità: un ricevitore con qualità selettive elevate deve essere in grado di scegliere tra i tanti un solo segnale, ossia una sola frequenza portante, e di « respingere » tutte le altre, perfino quelle di valor molto prossimo a quello della frequenza che si desidera ricevere.

Fedeltà

Mentre la sensibilità e la selettività sono costituite — come si è detto — dalla possibilità da parte del ricevitore di intercettare segnali sia pure deboli, e di ricavarne energia percepibile, scegliendo una sola emittente e scartando tutte le altre ricevute contemporaneamente, per fedeltà si intende la capacità da parte del ricevitore stesso di riprodurre segnali il più eguali possibili a quelli irradiati mediante la radiofrequenza. Un ricevitore costruito per scopi ricreativi, ossia per ricevere programmi vari di musica, prosa, notiziari, ecc. (radiodiffusione) deve necessariamente avere un grado di fedeltà discreta-

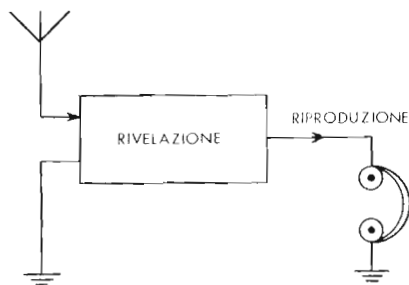



Fig. 1 — La figura sintetizza due delle tre funzioni essenziali del più semplice ricevitore, che sono: selezione del segnale tra i vari presenti, rivelazione dello stesso ed infine riproduzione sonora.

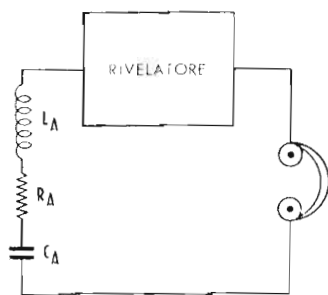



Fig. 2 — L'antenna in effetti è un circuito sintonizzato, presentante la propria induttanza LA, la propria capacità CA ed una propria resistenza RA. Come circuito sintonizzato inizia il processo di selezione.

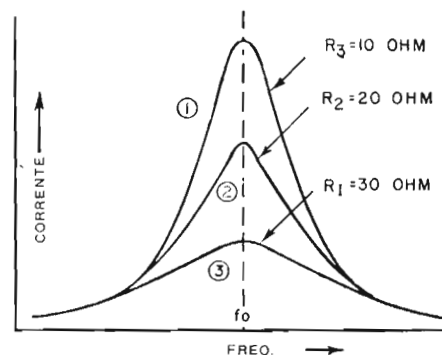



Fig. 3 — È dimostrato come la resistenza dell'antenna abbia importanza sulla selettività e sul rendimento.

mente elevato. Esso, in altre parole, deve riprodurre fedelmente il suono e gli aspetti generali sui quali si basa la trasmissione, vale a dire, tanto le note musicali di una orchestra, quanto la voce di un annunciatore, di un attore, ecc.

Le esigenze di fedeltà per comunicazioni di traffico commerciale tipo telefonico non sono invece molto critiche, tuttavia, la riproduzione deve essere sempre abbastanza chiara a chè risulti intellegibile senza sforzo da parte dell'ascoltatore.

Riassumendo, la riproduzione deve essere priva di distorsioni indesiderabili: la voce deve essere comprensibile, e priva di interferenze o di vibrazioni estranee alla trasmissione stessa.

Caratteristiche fisiche

I componenti di un ricevitore sono quasi tutti più piccoli e compatti di quelli di un trasmettitore; ciò è dovuto principalmente al fatto che le esigenze di alimentazione sono inferiori. Di conseguenza, in un ricevitore i componenti che costituiscono la sezione alimentatrice sono contenuti nell'apparecchio stesso. Le dimensioni effettive, il peso ed il costo, variano in maniera considerevole a seconda della qualità e delle esigenze alle quali l'apparecchio deve rispondere.

Gli apparecchi destinati alla ricezione della radiodiffusione si discostano da altri detti «professionali». Nei primi si soddisfano esigenze commerciali che permettono tuttavia, di realizzare buoni apparecchi pur evitando i costosi accorgimenti necessari per la realizzazione di apparecchiature professionali. Vi sono poi apparecchi adatti all'installazione su mezzi mobili, come ad esempio autovetture, che sono montati in modo da poter sopportare urti di una certa entità, e sono costruiti secondo criteri che potremmo anche definire semiprofessionali.

REQUISITI BASE della RADIORICEZIONE

Il più semplice radioricevitore compie tre funzioni essenziali: *selezione, rivelazione* e *riproduzione*.

Mediante *la selezione*, tra i vari segnali a radiofrequenza ricevuti dall'antenna uno solo viene scelto e successivamente introdotto nei circuiti del ricevitore. *La rivelazione* separa le correnti foniche dalla radiofrequenza, in quanto quest'ultima, come ben sappiamo, agisce unicamente da «mezzo di trasporto» agli effetti di ciò che si desidera trasmettere e ricevere. Infine, mediante *la riproduzione*, i suoni, la voce o altri segnali convenzionali di intelligenza trasmessi, e convertiti all'atto della trasmissione in impulsi elettrici, vengono ritrasformati in segnali direttamente percepibili dall'orecchio.

Tali operazioni, ad eccezione della selezione, sono sintetizzate alla **figura 1.**

L'antenna

In effetti, l'antenna in se stessa non è altro che un circuito sintonizzato che, in un certo senso, inizia il processo di selezione. La **figura 2** che riproduce il circuito equivalente di un'antenna, dimostra come essa funzioni da circuito risonante. L_A rappresenta la sua induttanza distribuita, C_A rappresenta la capacità, ed R_A la resistenza.

La frequenza di risonanza di un'antenna può essere determinata dalla formula:

$$F\ (\text{MHz}) = \frac{159}{\sqrt{LC}}$$

nella quale L = induttanza in microhenry, C = capacità in microfarad.

Sostituendo valori tipici nella formula, (L_A = 50 µH e C_A = 200 pF) si ha:

$$F\ (\text{MHz}) = \frac{159}{\sqrt{(50)\ (200)}} = 1{,}59\ \text{MHz}$$

È opportuno notare che detta frequenza di risonanza può essere variata, vadiando L o C o entrambi, e — se l'antenna è costituita da un cavo o da un radiostilo — sia L che C variano direttamente col variare della lunghezza dell'antenna stessa. La frequenza di risonanza è tanto più bassa quanto più l'antenna è lunga.

La resistenza dell'antenna ha una certa influenza sulla sensibilità del circuito sintonizzato; ciò è illustrato alla **figura 3,** nella quale si notano vari valori della corrente d'antenna corrispondenti ai vari valori di resistenza, se L e C restano costanti. È importante notare che, minore è detta resistenza, maggiori sono sia il responso che la selettività. Il lettore che ricorda quanto è stato esposto alla lezione 35ª, relativa ai circuiti risonanti, può immediatamente constatare l'analogia di questo caso con ciò

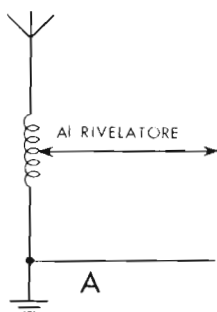



Fig. 4 A — L'aggiunta di una induttanza al circuito di antenna permette di variare la « lunghezza elettrica » della stessa.

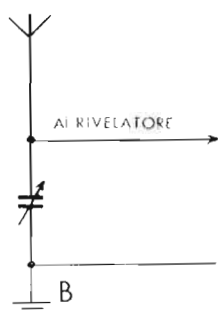



Fig. 4 B — Anche l'aggiunta di una capacità varia la « lunghezza elettrica » di un'antenna.

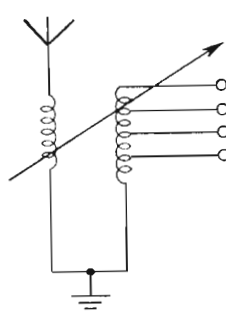



Fig. 5 — Se il trasferimento del segnale dall'antenna al circuito sintonizzato è induttivo, si ottiene maggiore selettività, data la separazione delle funzioni

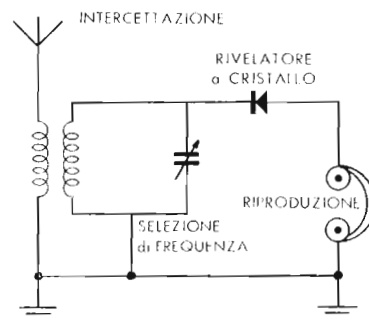



Fig. 6 — Questo circuito, che svolge la funzione di rivelazione, è già noto ai nostri lettori. Esso rappresenta il più semplice ricevitore realizzabile.

che è stato esposto allora nei riguardi della selettività (pagina 275).

Un'antenna può essere sintonizzata in fase di costruzione, facendo in modo che la sua lunghezza corrisponda ad esempio, ad un quarto della lunghezza d'onda che si desidera ricevere, o ad un multiplo di tale valore, e può anche essere costruita in modo tale che sia addirittura possibile variarne la lunghezza per scopi pratici.

Con frequenze molto alte, la selettività dovuta alla sintonizzazione dell'antenna può essere molto critica, e può acquistare un ruolo di notevole importanza; in tali gamme infatti, le antenne hanno lunghezze ridotte, e la loro resistenza viene mantenuta ai valori più bassi possibili. Vi sono casi in cui una leggera dissintonia dell'antenna può addirittura impedire la ricezione.

Per le frequenze più basse invece le antenne sono molto lunghe, e la riduzione della resistenza interna è meno pratica. Contemporeanemente, accade che anche la sintonia sia meno critica. Il guadagno ottenuto in un ricevitore mediante gli « stadi » di amplificazione, supera di gran lunga quello che si ottiene sintonizzando l'antenna, per cui la lunghezza di quest'ultima ha ben poca importanza nei ricevitori per radiodiffusione.

Nei più semplici ricevitori, come quelli già descritti, non essendoci però alcun stadio di amplificazione, la lunghezza dell'antenna è molto importante agli effetti sia della sensibilità che della selettività.

L'antenna ricevente capta il segnale in quanto si trova sul suo percorso. È noto che quando linee di forza magnetica tagliano un conduttore (l'antenna), in esso viene indotta una f.e.m. Tale tensione indotta riproduce la radiofrequenza portante nonchè le sue eventuali variazioni, tanto di frequenza che di ampiezza. La tensione indotta, inoltre, è massima quando l'antenna è sintonizzata sulla frequenza della tensione e radiofrequenza portante. La tensione indotta rappresenta l'energia intercettata necessaria al primo passo del processo della ricezione: intercettazione del segnale (energia a radiofrequenza) e sua selezione.

La sintonizzazione agli effetti della selettività

Come abbiamo visto, la frequenza di risonanza di un'antenna può essere variata variandone l'induttanza, la capacità oppure entrambe. Ciò può essere effettuato collegando nel relativo circuito una induttanza o una capacità variabile come illustrato nelle sezioni **A** e **B** della **figura 4**. L'aggiunta di una induttanza o di una capacità non ha evidentemente alcun effetto sulla lunghezza fisica di un'antenna, ma influisce notevolmente sulla sua *lunghezza elettrica*. È quest'ultima che determina la frequenza di risonanza dell'antenna. Quando, o l'induttanza o la capacità aggiunta sono variabili, la lunghezza « elettrica » dell'antenna può essere variata in modo da raggiungere il valore esatto per la sintonia su una determinata frequenza.

Infine, è possibile ottenere una maggiore selettività d'assieme accoppiando il segnale ricevuto ad un circuito sintonizzato a parte, come è illustrato in **figura 5**. Con l'aggiunta di tale circuito selettore, la selezione può essere considerata una funzione a sè stante, indipendente dalla sintonizzazione dell'antenna. La funzione che quest'ultima acquista allora è principalmente quella di mezzo « captatore » delle radioonde.

L'uso di un trasformatore, qual'è l'assieme dei circuiti sintonizzati ora visti, comporta appunto un miglioramento sia della sensibilità che della selettività. Esso isola il circuito sintonizzato dalla resistenza dell'antenna: la sintonizzazione del circuito aggiunto può essere ottenuta, come è logico, variando anche qui o l'induttanza, o la capacità, o entrambe.

Rivelazione

La rivelazione consiste, come abbiamo già avuto modo di accennare, nel separare le frequenze udibili dal segnale a radiofrequenza modulato. Nel circuito del più semplice ricevitore illustrato dalla **figura 6**, tale funzione è realizzata mediante l'uso di un rivelatore a cristallo. Alla nostra 8ª lezione si è visto già, per sommi capi, il funzionamento di un rivelatore del genere.

La rivelazione è l'opposto della modulazione, per cui a volte viene chiamata « demodulazione ». Consiste, nel citato ricevitore, nel separare la modulazione di ampiezza dal « mezzo di trasporto » costituito dalla radiofrequenza; il sistema per separare dall'A.F. la modulazione di frequenza è alquanto differente, e verrà descritto più avanti. Riassumiamo intanto quanto abbiamo già esposto a suo tempo sulla rivelazione della modulazione d'ampiezza.

Tutti i rivelatori sono essenzialmente dei « raddrizzatori ». Il rivelatore a cristallo illustrato nella figura 6 ha una conduttività apprezzabile in una sola direzione, per

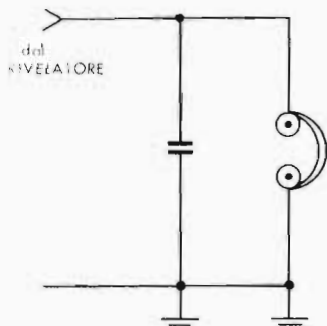
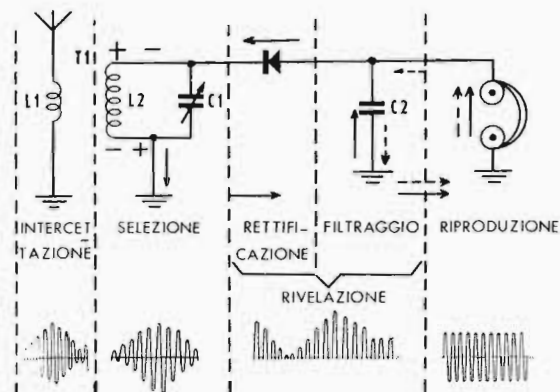



Fig. 7 — In parallelo al riproduttore di cui allo schema di figura 6, viene collegato sempre un condensatore che completa l'azione di filtraggio svolta dalla bobina del riproduttore stesso.

Fig. 8 — Analisi del ricevitore semplice e rappresentazione, in basso, delle onde e delle loro variazioni attraverso l'apparecchio. Le frecce tratteggiate indicano il percorso della corrente quando il cristallo non conduce.

cui, allorchè viene collegato al circuito selettore, il cristallo si comporta come un raddrizzatore; la corrente che esso fornisce è continua e pulsante, con pulsazioni corrispondenti a quelle dell'Alta Frequenza (tagliate a metà), ma presentanti un'ampiezza corrispondente a quella delle pulsazioni di Bassa Frequenza (modulazione).

Ciò costituisce il primo passo della rivelazione. Il processo viene completato con l'applicazione di un sistema di filtraggio della c.c. pulsante che, nel circuito al quale ci riferiamo, è costituito in parte dalle bobine presenti nella cuffia. Esse infatti oppongono minima impedenza alla frequenza audio, mentre ne oppongono una altissima all'Alta Frequenza. Un condensatore collegato in parallelo alla cuffia (**figura 7**) completa il filtro: esso offre poca impedenza alla radiofrequenza ma alta impedenza (dato il suo basso valore) alla Bassa Frequenza. Il condensatore devia perciò le pulsazioni ad Alta Frequenza, mentre quelle a frequenza udibile passano attraverso la cuffia.

Riproduzione

La corrente che scorre attraverso le bobine della cuffia varia con un ritmo che rientra nella gamma delle frequenze udibili. Se si fa in modo che essa possa imprimere all'aria le medesime oscillazioni, queste si trasformano in suono. Per la riproduzione del suono si sfrutta l'energia del campo magnetico che sussiste intorno a dette bobine. La forza del campo magnetico varia col variare della corrente e può costringere un diaframma metallico a muoversi ed a vibrare con la medesima frequenza. Ciò provoca vibrazioni dell'aria circostante producendo onde sonore corrispondenti.

ANALISI del FUNZIONAMENTO di un SEMPLICE RADIORICEVITORE

Il diagramma schematico della **figura 8** ci può aiutare nell'analisi di un semplice radioricevitore. In questo circuito sono raggruppati tutti gli elementi e le funzioni di cui abbiamo sin qui discusso. I punti principali da considerare nell'analisi sono i seguenti: quali sono i componenti essenziali? - Qual'è il compito di ognuno di essi? - Quali modifiche subiscono le onde radio passando attraverso il ricevitore?

L'illustrazione mostra il collegamento convenzionale tra i vari elementi. Nella figura, in basso, vi è inoltre una rappresentazione grafica delle onde e delle loro variazioni, man mano che le stesse attraversano il ricevitore.

Quando un'onda radio viene intercettata dall'antenna, nell'antenna viene indotta una tensione a radiofrequenza, che conseguentemente appare al primario di T_1. Il flusso di corrente nel primario di T_1 (L1) induce una corrente della medesima frequenza nel secondario (L2). Il trasformatore di antenna (detto anche trasformatore d'aereo) è avvolto su un supporto con nucleo ad aria, ma spesse volte anche su supporto con nucleo di apposito materiale magnetico per radiofrequenza: il rapporto di trasformazione è in salita e ciò permette un lieve aumento di ampiezza del segnale ricevuto.

Il secondario di T_1 (L2) fa parte di un circuito sintonizzato in serie costituito da L_2 e da C_1. La corrente che circola in un circuito sintonizzato in serie, abbiamo visto alla nostra 34ª lezione, raggiunge il valore massimo quando la frequenza applicata corrisponde a quella di risonanza del circuito stesso. Inoltre, poichè a questa frequenza corrisponde la massima corrente, si sviluppa anche la massima tensione reattiva ai capi di ogni componente.

Allo scopo di ottenere la massima potenza di uscita dalla cuffia, è necessario applicare al rettificatore, ed al circuito di C_2 e della cuffia, la massima tensione. Ciò si traduce in un massimo di corrente attraverso la cuffia stessa, e, poichè essa è un dispositivo per corrente, si avrà la massima resa acustica.

Il circuito sintonizzato (L_2-C_1) si presenta nel suo assieme come un circuito in parallelo nei confronti del raddrizzatore e della cuffia in parallelo a C_2, ed una delle caratteristiche di un circuito in parallelo alla frequenza di risonanza, è che ai suoi capi si sviluppa la massima tensione.

La polarità della tensione presente tra i terminali di L_2 varia col variare della tensione del segnale in arrivo. Quando si ha il più alto valore positivo, la corrente scorre nel circuito nel senso indicato dalle frecce a tratto intero (figura 8). Quando si ha il picco negativo, il cristallo non permette il passaggio della corrente, e il condensatore si scarica nel senso indicato dalle frecce tratteggiate. In tal modo, la forma d'onda viene rettificata, ed il segnale si trasforma in c.c. pulsante. È opportuno notare che le pulsazioni così ottenute portano ancora l'im-

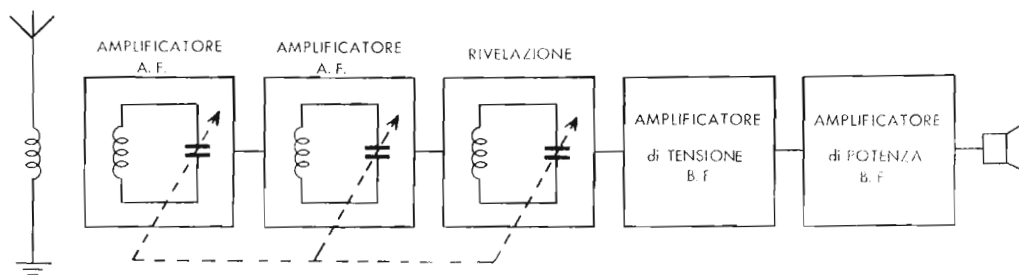



Fig. 9 — Oltre ai componenti indispensabili, un ricevitore che debba consentire una ricezione confortevole di più stazioni in altoparlante, deve possedere circuiti e stadi suppletivi. Così, con circuiti sintonizzati si migliorerà la selettività, con stadi di amplificazione in Alta Frequenza la sensiblità, con stadi di amplificazione in Bassa Frequenza la potenza. Per comodità di impiego, i diversi condensatori variabili sono uniti in un unico comando (linee tratteggiate).

pronta della modulazione, dopo il filtraggio, ma ciò non influisce sulla loro intelleggibilità.

Il condensatore C_2 fa parte del filtro, ed è di piccola capacità: generalmente dell'ordine di 250 pF. Esso filtra la componente a radiofrequenza della corrente continua pulsante: mentre si carica durante il semiperiodo in cui il cristallo conduce, si scarica in parte durante il semiperiodo opposto, quando cioè il cristallo non conduce. Nella sua carica e scarica, esso assorbe quasi tutte le fluttuazioni degli impulsi a radiofrequenza, e segue l'andamento dell'inviluppo di modulazione, come è illustrato in basso nella figura.

La cuffia — abbiamo testè visto — converte gli impulsi di corrente in onde sonore grazie alla applicazione del principio dell'elettromagnetismo. Ognuno dei padiglioni contiene due bobine, un magnete permanente a forma di « U » che costituisce il nucleo di dette bobine, ed un diaframma flessibile detto « membrana » posto innanzi ai due bracci della « U ». Quando la corrente scorre attraverso le bobine, si sviluppa un campo magnetico variabile, la cui intensità determina una maggiore o minore attrazione della membrana. Quando l'intensità del campo magnetico diminuisce, la membrana si allontana, e viceversa; le vibrazioni meccaniche così prodotte creano le onde sonore cioè onde intelleggibili.

LIMITAZIONI di un RADIORICEVITORE SEMPLICE

Il tipo di radioricevitore fin quì descritto ha notevoli limitazioni. Anzitutto, vi è un solo circuito sintonizzato atto a migliorare la selettività dell'antenna. Il leggero rapporto in salita del trasformatore d'aereo aumenta di ben poco la sensibilità. Ciò limita l'efficienza di tale ricevitore alla sola ricezione di forti segnali provenienti da stazioni emittenti locali o comunque molto vicine. Per gli altri segnali, di intensità minore, la corrente proveniente dal rivelatore non ha un'intensità sufficiente per creare dei campi magnetici intorno agli avvolgimenti della cuffia, atti a produrre le vibrazioni acustiche della membrana.

Un ricevitore di più utile impiego necessita perciò di più dei componenti indispensabili. Esso deve comprendere circuiti e stadi capaci di migliorare il funzionamento sia dal punto di vista della selettività che da quello della sensibilità. Per migliorare la prima occorre un maggior numero di circuiti sintonizzati: per migliorare la seconda occorrono degli stadi di amplificazione a radiofrequenza. Esso necessita inoltre (come abbiamo spiegato nella nostra lezione 8ª) di stadi di amplificazione ad audiofrequenza onde aumentare la potenza di uscita in modo da permettere l'uso di un altoparlante, in luogo della cuffia, per riprodurre i suoni. Un esempio di questo tipo di ricevitore è illustrato nello schema funzionale della **figura** 9; in essa è schematizzato, per sommi capi, un ricevitore a « stadi accordati »; tali stadi componenti saranno oggetto ora di una nostra prima analisi.

RICEVITORI a STADI ACCORDATI

Il ricevitore elementare descritto nelle pagine precedenti, può essere classificato come ricevitore ad un solo stadio, in quanto nè l'antenna, nè la cuffia (che rispettivamente precedono e seguono il rivelatore) costituiscono uno stadio propriamente detto. Il ricevitore a « stadi accordati » è invece un ricevitore a più stadi. Come si vede nello schema a blocchi della figura 9, lo stadio rivelatore dell'apparecchio è l'equivalente dello stadio singolo del ricevitore semplice. Il ricevitore a « stadi accordati », infine, è un ricevitore che può essere definito completo in quanto è provvisto di due stadi amplificatori a radiofrequenza, di uno stadio d'amplificazione di tensione ad audiofrequenza, e di uno stadio di amplificazione di potenza. Le sue prestazioni sono notevolmente superiori a quelle del ricevitore monostadio; la differenza essenziale consiste nell'impiego di « valvole » amplificatrici o comunque di altri dispositivi di amplificazione (ad esempio, « transistori »). Col loro aiuto viene esteso il numero delle funzioni del ricevitore.

In ordine progressivo, il segnale compie in esso i seguenti passaggi: intercettazione, selezione, amplificazione a radiofrequenza, rivelazione, amplificazione ad audiofrequenza, ed infine, riproduzione. L'amplificazione, sia ad Alta che a Bassa Frequenza, costituisce l'enorme vantaggio conseguito con l'uso delle « valvole ». Vedremo, tra alcune lezioni, i principii di funzionamento delle « valvole » e, naturalmente, le loro più svariate applicazioni atte a sfruttarle in molteplici impieghi: successivamente, eguale cosa faremo nei confronti dei « transistori ».

CIRCUITI di ANTENNA

I circuiti di accoppiamento d'aereo usati nei ricevitori a « stadi accordati » sono analoghi a quelli descritti nel-

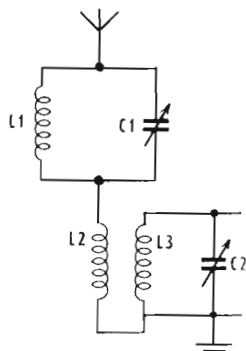



Fig. 10 A — Circuito trappola in parallelo, posto in serie al primario d'antenna: migliora la selettività.

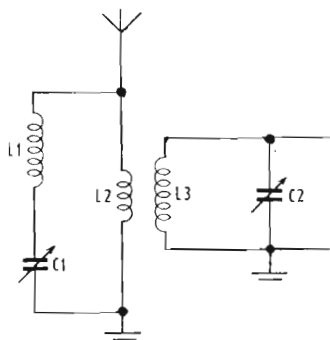



Fig. 10 B — Circuito trappola in serie, posto in parallelo al primario d'antenna: serve allo stesso scopo dell'altro.

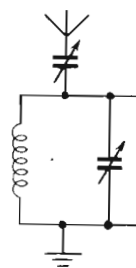



Fig. 11 — L'antenna, a volte, è accoppiata al circuito sintonizzato di accordo a mezzo di una capacità variabile che adatta l'impedenza dell'antenna stessa a quella di entrata dello stadio.

l'analisi del ricevitore elementare, pur essendo, in un certo senso, maggiormente elaborati. L'energia a radiofrequenza intercettata dall'antenna, viene applicata al primo stadio di amplificazione e, per essere più esatti, alla sua valvola. Nella maggiore parte dei casi, si usa a tale scopo un trasformatore di accoppiamento, il quale offre il vantaggio di consentire già un certo guadagno nei riguardi del segnale, dato che il trasformatore è a rapporto elevatore.

A volte, unitamente, ai trasformatori di accoppiamento, si usano dei « circuiti trappola ». Questi ultimi sono dispositivi (filtri) inseriti per eliminare i segnali indesiderati di una emittente vicina o comunque molto potente, segnali che potrebbero impedire la ricezione di quelli che si desidera ricevere, provenienti da stazioni lontani o più deboli. Come è illustrato nella **figura 10,** detti circuiti trappola, possono essere del tipo in parallelo o del tipo in serie; il loro impiego, in effetti, aumenta notevolmente la selettività.

Nella sezione **A** della figura, si può notare che L_1 e C_1 costituiscono un circuito in parallelo risonante e sintonizzabile, che, come tale, oppone la massima impedenza alla frequenza sulla quale è sintonizzato, ossia la frequenza del segnale indesiderato. Così, esso respinge tale segnale. La corrente che scorre verso L_2 — e di conseguenza la tensione che si sviluppa ai capi del circuito sintonizzato può essere presente per tutte le frequenze ad eccezione di quella respinta; L_3-C_2 può perciò scegliere le frequenze desiderate.

Nella sezione **B**, L_1 e C_1 formano invece un circuito risonante in serie. Esso presenta la minima impedenza alla frequenza sulla quale è sintonizzato, e tale sintonizzazione viene fatta corrispondere a quella del segnale non desiderato. Detto circuito risonante in serie convoglia verso terra il segnale scartato, ma, contemporaneamente presenta un'alta impedenza nei confronti delle altre frequenze. Le correnti corrispondenti a queste ultime passano attraverso L_2, ed il circuito accordato costituito da L_3-C_2 può scegliere una tra di esse.

A volte si usa l'accoppiamento con l'antenna anche mediante una capacità (accoppiamento capacitivo) — in particolar modo, con una capacità variabile — come è illustrato alla **figura 11.** In essa si vede infatti che i segnali provenienti dall'antenna vengono applicati al circuito di sintonia attraverso un condensatore variabile, il quale permette di adattare l'impedenza dell'antenna a quella di entrata di una « valvola », onde ottenere il massimo del segnale d'entrata.

Molti ricevitori di tipo moderno sono basati sull'impiego di una antenna che si può definire « a telaio », che è come quella illustrata schematicamente in **figura 12.** Detto « telaio » costituisce un circuito sintonizzato in quanto la sua induttanza, combinata con la capacità del condensatore variabile, permette la sintonia sulle varie frequenze. Si ricorre spesso, per questo impiego, a bobine come quelle illustrate alle figure 14 e 15 a pagina 229, che adottano un nucleo di apposito materiale ferromagnetico per Alta Frequenza. Ricordiamo che con l'impiego di tali tipi di antenna si verifica uno spiccato effetto direttivo nei confronti dell'orientamento dell'antenna stessa.

CONSIDERAZIONI sui CIRCUITI ACCORDATI

Prima di compiere uno studio dettagliato sui vari stadi a circuiti accordati, è bene analizzare il comportamento dei circuiti accordati stessi. Essenzialmente, essi non differiscono dai circuiti sintonizzabili di cui ci siamo già occupati.

Riferendoci alla formula della frequenza di risonanza precedentemente enunciata,

$$F\ (\text{MHz}) = \frac{159}{\sqrt{LC}}$$

notiamo che essa dipende dai valori di L e di C. L'aumento di uno di questi due valori determina una diminuzione della frequenza di risonanza. La diminuzione del valore di L o di C aumenta la frequenza di risonanza. Infine, la variazione di entrambi i valori può o meno corrispondere ad una variazione della frequenza di risonanza: ciò dipende dal fatto che sia o meno variato il prodotto di L per C. Infatti, come abbiamo studiato a proposito dei circuiti risonanti, se i due componenti vengono variati in modo tale che il loro prodotto rimanga costante, rimarrà costante anche la frequenza di risonanza.

Per la medesima frequenza, si può avere perciò un valore alto di L e basso di C, o viceversa.

Ricordiamo, tuttavia, che il rapporto L/C è importante agli effetti del fattore di merito Q in un circuito sintonizzato. Dal momento che $Q = Z:R$, il rapporto tra l'impedenza e la resistenza influisce sul valore di Q.

Se la resistenza rimane costante, l'aumento di L e la diminuzione di C dà un rapporto maggiore tra impe-

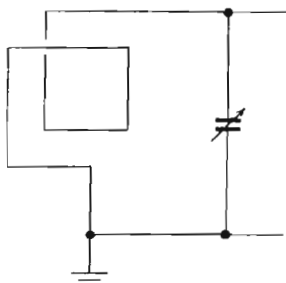



Fig. 12 — Una particolare esecuzione di antenna è quella cosiddetta « a telaio ». Essa è, in sostanza, l'induttanza di accordo sviluppata costruttivamente sì da assumere la funzione di organo captatore.

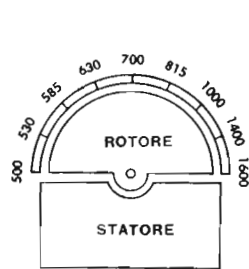



Fig. 13 A — Condensatore a variazione lineare di capacità. Sulla curva esterna è indicato l'andamento delle frequenze per la gamma delle onde medie.

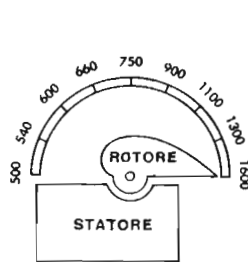



Fig. 13 B — Condensatore a variazione lineare di lunghezza d'onda. All'esterno si può notare il diverso andamento delle frequenze rispetto alla figura A.

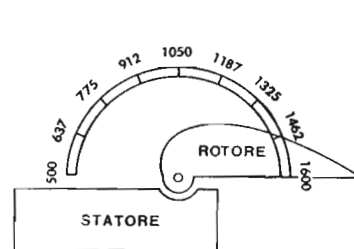



Fig. 13 C — Condensatore a variazione lineare di frequenza. La distribuzione delle frequenze è, evidentemente, la più comoda per un'equa distribuzione sulla scala.

denza e resistenza, e quindi un valore più alto di Q. Una diminuzione di L ed un aumento di C, dà un rapporto minore e quindi un fattore di merito più basso.

Un alto valore di Q, come sappiamo, ha per conseguenza una curva di sintonizzazione più acuta ed un rendimento maggiore, il che comporta un miglioramento sia della selettività che della sensibilità. Si tenga però presente che se il valore di Q è troppo alto, la sintonia può risultare talmente critica da causare l'eliminazione di una parte delle bande laterali necessarie e dovute alla modulazione, e ciò significa introduzione di una certa distorsione, vale a dire deformazione del segnale originale.

Da tutto questo è facile dedurre che il calcolo di un circuito accordato negli appositi termini di L, C ed R è di notevole importanza.

Normalmente, i circuiti di sintonia nei ricevitori a stadi accordati sono tutti sintonizzabili mediante l'uso di condensatori variabili. Questi ultimi sono accoppiati meccanicamente in modo tale che è possibile variarne la capacità contemporaneamente mediante un unico comando. Il fatto che le capacità siano variabili facilita, ovviamente, la sintonizzazione su una qualsiasi frequenza desiderata. La possibilità, inoltre, di variare le capacità entro definiti limiti permette al ricevitore di « coprire » una determinata gamma di frequenze.

Un ulteriore mezzo di sintonia è costituito dall'uso di induttanze variabili, le quali possono essere accoppiate tra loro meccanicamente, come avviene per i condensatori, ma abbiamo già detto, alle lezioni dedicate a questi organi, come questo sistema sia usato solo eccezionalmente. Possiamo concludere che i circuiti di sintonia usati nei ricevitori a stadi accordati sono fondamentalmente eguali a quelli di cui ci siamo già occupati, tuttavia è da notare che le loro parti componenti sono realizzate in precisa conformità alle specifiche esigenze dei ricevitori.

Quanto abbiamo diffusamente detto alle apposite lezioni sulle induttanze e sui condensatori ha reso edotto il lettore in merito alle funzioni di tali organi ed alle caratteristiche che essi devono possedere per l'impiego diretto nelle apparecchiature radio. Aggiungeremo ora qualche ulteriore cenno, specialmente nei riguardi dei condensatori variabili, affinchè sia meglio compresa la particolare tecnica dell'allineamento o taratura, di quell'operazione cioè che viene effettuata nei ricevitori a più stadi onde semplificare i successivi accordi dei diversi circuiti sintonizzati.

Condensatori variabili

I condensatori variabili necessari ai circuiti di sintonia a radiofrequenza sono organi, in linea di massima, relativamente voluminosi. Le lamine, sia del rotore che dello statore, generalmente sono di alluminio, ma, nei ricevitori di qualità migliore e professionali, si usano a volte condensatori variabili con lamine di ottone argentato onde ottenere una maggiore conduttività nei confronti dell'Alta Frequenza.

L'andamento della curva di variazione di capacità di un condensatore variabile dipende (si è già fatto cenno a ciò) dalla posizione dell'albero rispetto alle lamine o, per essere più esatti, dalla forma delle lamine costituenti il rotore, come è illustrato alla **figura 13.**

Agli effetti della taratura, i condensatori variabili possono essere divisi in tre categorie: a variazione lineare di capacità, a variazione lineare di lunghezza d'onda, ed a variazione lineare di frequenza.

Nel primo caso la capacità varia in proporzione diretta con l'angolo di rotazione. Dato che la frequenza non aumenta in proporzione diretta alla diminuzione di capacità, ne risulta che in un ottavo dell'intera rotazione viene ad essere contenuta circa la metà più alta della gamma di frequenza sintonizzabile.

Nel secondo tipo, la lunghezza d'onda varia in maniera direttamente proporzionale al variare dell'angolo di rotazione. La metà più alta della gamma di frequenza è contenuta allora in un terzo della rotazione totale.

Nel terzo caso infine, poichè è la frequenza che varia in proporzione diretta con l'angolo di rotazione, si ottiene una distribuzione lineare delle frequenze sul quadrante. Con questo tipo di condensatore variabile la curva di sintonia è costante, vale a dire lineare sull'intera gamma.

Di norma, un ricevitore a stadi accordati potrebbe includere qualsiasi numero di stadi di amplificazione ad Alta Frequenza, ma, di solito, essi non sono mai più di tre. Il numero dei circuiti accordati è sempre superiore di una unità rispetto a quello degli stadi di amplificazione. Naturalmente, detto circuito extra è quello che si trova all'ingresso dello stadio rivelatore. Quando i circuiti sintonizzati sono controllati da condensatori variabili, è di grande vantaggio e praticità che il comando che li aziona sia unico, e ciò viene ottenuto, come sappiamo, a mezzo di condensatori multipli. In tal caso, le singole unità sono montate su di un unico albero ed i rotori sono solidali tra loro. Le lamine di separazione, collegate a

Fig. 14 — Le lamine esterne dei condensatori variabili multipli presentano piccoli settori inclinabili che permettono una modifica della capacità in dati punti.

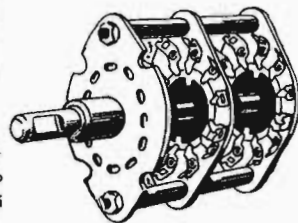



Fig. 15 — Commutatore multiplo del tipo spesso adottato per commutare le gamme di onda.

Fig. 16 — Aspetto di un « Gruppo di Alta Frequenza ». Si possono scorgere le numerose bobine ed il commutatore.

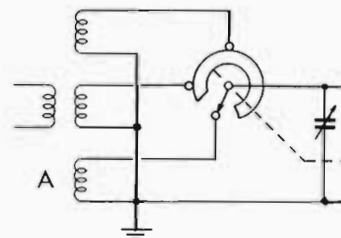
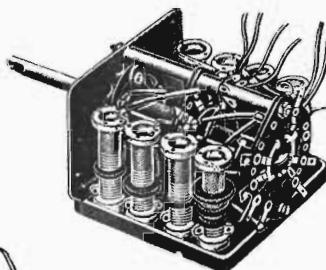
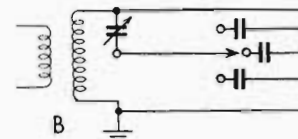



Fig. 17 — In A, commutazione di diverse induttanze in parallelo ad un unico condensatore; in B, commutazione di capacità per un'unica induttanza.

massa, agiscono da schermo nei confronti dei campi elettrostatici dei diversi statori, che non devono influenzarsi reciprocamente.

È praticamente impossibile costruire dei condensatori variabili multipli aventi sezioni di capacità rigorosamente eguali. Analogamente, è difficile fare in modo che in ogni sezione si verifichi una identica variazione in seguito alla rotazione: la minima flessione di una sola lamina provoca, evidentemente, una variazione della capacità nella sezione in cui si verifica e solo in quella. Tuttavia, per il migliore risultato finale, è indispensabile che le varie sezioni siano « allineate », ossia che mantengano capacità eguali tra loro per ogni angolo di rotazione.

Per compensare le differenze iniziali, ogni sezione è (direttamente o indirettamente) munita di una piccola capacità supplementare, regolabile mediante l'uso di un cacciavite, vale a dire di uno di quei « compensatori » che abbiamo visti a pagina 256 (lezione 32ª), normalmente collegati in parallelo alla sezione stessa.

Per rendere possibili invece le ulteriori regolazioni, le lamine esterne del rotore di ogni sezione sono provviste di speciali intagli, come è illustrato alla **figura 14,** ciò che permette di piegare una piccola parte della lamina verso la lamina più vicina dello statore, oppure di piegarla in senso opposto, a seconda che in quel dato punto della rotazione sia necessario aumentare o diminuire la capacità della sezione per ottenere, in tutti i condensatori accoppiati le medesime capacità di posizione.

Commutazione di gamma

Spesso i ricevitori a stadi accordati funzionano su diverse gamme di frequenze. Il passaggio da una gamma all'altra comporta la necessità di una commutazione da una serie di circuiti accordati ad un'altra.

Generalmente, la serie di circuiti ulteriormente inserita è formata in parte da quella precedente, con la sola sostituzione di un componente, ossia della induttanza *L* o della capacità *C*. Poichè i condensatori variabili sono tra gli organi più ingombranti, è accorgimento di praticità usarne il meno possibile. Per passare da una gamma all'altra, si preferisce perciò sostituire le bobine. Tale provvedimento può essere realizzato mediante l'impiego di bobine intercambiabili oppure mediante l'uso di un commutatore. In questo secondo caso, su di un unico supporto per bobina si possono predisporre i diversi avvolgimenti relativi a due, tre o più gamme d'onda. Il commutatore usato per la commutazione di gamma è del tipo illustrato dalla **figura 15**. Il suo compito consiste nel collegare alla sezione del condensatore il terminale dell'induttanza adatta alla gamma scelta, e, contemporaneamente, nel collegare a massa tutti gli altri avvolgimenti affinchè non influenzino quello in funzione. Il commutatore ha più sezioni: allorchè viene ruotato, i contatti di ogni sezione predispongono i dovuti inserimenti: ogni posizione di rotazione di detto commutatore corrisponde così alla scelta di una gamma di frequenza. Quando bobine e commutatore e, assai spesso, compensatori, vengono meccanicamente montati assieme, in una unità a se stante, si ha ciò che correntemente viene detto *Gruppo di Alta Frequenza* (**figura 16**). Vedremo più avanti il grande vantaggio di una tale soluzione.

Alla **figura 17** si può notare lo schema elettrico di due sistemi di commutazione: nella sezione **A** si vede come è possibile inserire varie bobine in un circuito provvisto di un solo condensatore: nella sezione **B** si nota come è possibile commutare diverse capacità in serie ad un condensatore variabile.

CIRCUITI per ONDE CORTISSIME ed ULTRACORTE

L'uso del circuito accordato normale, ossia come l'abbiamo inteso sinora, composto da un apposito organo capacitivo e da altro apposito, induttivo, si è dimostrato di scarsa praticità nelle gamme di frequenze molto elevate. A tali frequenze, denominate nelle loro gamme VHF ed UHF (vedi pagina 19) sia *L* che *C* acquistano valori talmente bassi che già i conduttori di collegamento possono avere un'induttanza maggiore della stessa bobina, e la capacità distribuita o propria dell'avvolgimento può essere maggiore di quella necessaria per il condensatore variabile. Ne consegue che, in tali condizioni, la sintonia è impossibile. Per ottenere la sintonia su frequenze al disopra di 100 MHz si fa ricorso allora a sezioni risonanti di cosiddette « linee di trasmissione ».

Una linea risonante sul quarto di lunghezza d'onda è provvista di propria capacità e induttanza, e può essere considerata un circuito sintonizzato. Questo tipo di circuito sintonizzato è stato qui accennato data la grande importanza che sempre più queste altissime frequenze vanno acquistando; di esso ci occuperemo analiticamente in seguito, quando affronteremo l'argomento delle apparecchiature per onde VHF ed UHF.

NUOVI RADIORICEVITORI SEMPLICI

Chi ci segue, conosce oramai assai bene il criterio al quale ci atteniamo nella compilazione del presente Corso. Accanto alla graduale esposizione della teoria — che porta ad un esame sempre più approfondito e completo dei fenomeni e delle leggi che li governano — una varia, e anch'essa graduale, illustrazione di realizzazioni rende notevolmente più efficace e più vivo lo studio della materia, avendo il grande pregio di porre il lettore a contatto con la pratica applicazione e con l'uso dei procedimenti e del materiale. Per questo motivo, così come abbiamo promesso alla nona lezione, nella descrizione di due semplicissimi radioricevitori, riprendiamo l'argomento per dar modo di migliorare quelle costruzioni ed affrontarne poi altre un pochino più complesse. La situazione si presenta però, come allora, con la necessità di applicare tecniche ed organi non ancora illustrati; tuttavia, come allora, questo fatto non impedirà di familiarizzare con le nuove parti facendo, per così dire, la conoscenza con il loro impiego, con le loro caratteristiche, con le loro prerogative e, principalmente, con i vantaggi che da esse derivano alla tecnica elettronica in generale.

Il cenno che abbiamo fatto nella lezione precedente, relativo alla assoluta necessità di una amplificazione dei segnali nel funzionamento di un radioricevitore, se si vuole pervenire a risultati più completi, vale a dire pratici, è significativo. Occorre — se vogliamo che le nostre realizzazioni di allora ci permettano più comode e più potenti ricezioni — che venga adottato un dispositivo capace di accrescere (amplificare) l'entità dei segnali, siano essi in Alta Frequenza, siano essi — dopo la rivelazione — in Bassa Frequenza. Tale dispositivo esiste da tempo ed è la **valvola termoionica.** Così, sarà nostra cura, evidentemente, spiegare il principio di funzionamento della valvola a tutte le sue numerose possibilità, in uno spazio adeguato all'importanza che quest'organo riveste. Egualmente faremo nei riguardi di un altro dispositivo amplificatore che in questi ultimi anni è venuto ad affiancarsi alla valvola: il **transistore.** Premesso ciò, non rinunciamo, come abbiamo detto, alla descrizione di stadi amplificatori, anche se l'organo al quale essi fanno ricorso deve essere ancora illustrato in tutto il suo complesso di leggi e di principi: ci basterà richiamare l'attenzione del lettore sulle più correnti norme di impiego, in modo che l'uso sia razionale e senza errori. Abbiamo scelto, per ora, tra la valvola ed il transistore, quest'ultimo, e diremo subito il perchè. La valvola necessita di un'alimentazione multipla, alquanto onerosa e spesso anche complessa: la valvola è anche relativamente ingombrante e fragile. Pur non essendo queste caratteristiche un vero ostacolo, tuttavia, poichè esse non sono proprie del transistore, la loro assenza ha fatto preferire lo stesso come mezzo più pratico per le nostre prime applicazioni sperimentali. Non possiamo però far impiegare i transistori senza avere, per lo meno in modo breve, esposto un primo cenno sul loro principio di funzionamento.

Il TRANSISTORE

Sappiamo bene ciò che è un conduttore di elettricità e ci sono noti i diversi metalli che eccellono in questa loro caratteristica: argento, rame, alluminio, ecc. Sappiamo pure che vi sono i materiali detti isolanti, che non conducono elettricità (mica, vetro, ceramica, ecc.). Occorre ora precisare che esiste anche una terza categoria di materiali, che non possono essere definiti buoni conduttori, ma tantomeno isolanti: essi sono i *semi-conduttori.*

Quando si adotta un conduttore, la corrente scorre allorchè viene applicata una tensione: quest'ultima, abbiamo visto a suo tempo, causa un movimento di elettroni lungo il conduttore. Se si usa invece un semi-conduttore, la sola applicazione della tensione può non essere sufficiente a provocare il flusso della corrente: in tal caso, l'intervento di altre condizioni fisiche, ad esempio luce, calore, ulteriore campo elettrico, o una impurità nel materiale, potranno consentire il passaggio di corrente. I più comuni tra i semi-conduttori di detto tipo sono il germanio, il silicio ed il selenio: i primi due sono quelli generalmente prescelti per formare i transistori.

In opposizione al classico flusso elettronico, si può avere conduzione anche a mezzo di *buchi* o *cavità.* Una « cavità » si forma allorchè un gruppo di atomi (molecola) perde un elettrone. La molecola mancante di un elettrone, può prenderne uno da un'altra, ad essa prossima ed elettricamente neutra, lasciando così la seconda molecola con una lacuna o cavità, e con una carica positiva. A questo modo, una cavità può trasferirsi attraverso la sostanza, passando da molecola a molecola e producendo un flusso di corrente che agisce proprio come se fosse un movimento di particelle a carica positiva. La **figura 1** illustra molto semplicemente il citato flusso di cavità.

Sebbene il flusso di corrente in una particolare sostanza possa consistere in un movimento sia di cavità che di elettroni, se il flusso prevalente è quello delle cavità, il materiale viene detto *portatore positivo* o semi-conduttore di **tipo p.** Se invece il flusso prevalente è costi-

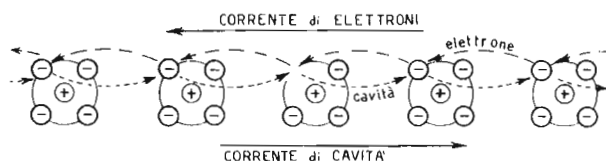



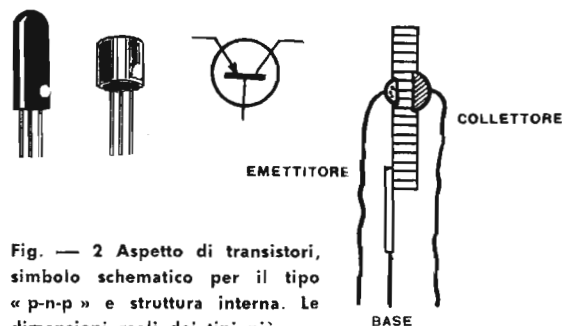
Fig. 1 — Se un elettrone viene a mancare ad una molecola, si crea in essa una « cavità ». La molecola mancante dell'elettrone può prenderne uno da una molecola vicina e neutra, nella quale viene a crearsi così la nuova cavità: si verifica in tal modo un trasferimento — attraverso la sostanza — di cavità, che produce un flusso di corrente pari ad un movimento di particelle a carica positiva. L'andamento di questo flusso è contrario a quello della corrente di elettroni.

Fig. — 2 Aspetto di transistori, simbolo schematico per il tipo « p-n-p » e struttura interna. Le dimensioni reali dei tipi più correnti corrispondono alle due prime illustrazioni. Una tacca colorata serve all'identificazione degli elettrodi.

tuito da movimenti di elettroni, il materiale è definito *portatore negativo* o semi conduttore di **tipo n.** Un transistore è formato dalla combinazione dei due citati materiali.

I diversi tipi di transistori sono in relazione al loro sistema costruttivo. Si conoscono così i tipi a punta di contatto, i tipi a giunzione, i tipi a diffusione, ecc. I primi, sono stati i primi anche in ordine di tempo, ma risultano oggi già superati per motivi di praticità, stabilità, ecc. dai tipi a giunzione e dagli altri. Diremo solamente di essi, che consistono in un piccolo cubo di materiale semi-conduttore sul quale appoggiano due diversi sottili fili conduttori a diretto contatto con la superficie (una struttura simile al rivelatore a cristallo di galena). Il materiale semi-conduttore reca un suo collegamento elettrico per cui si hanno tre connessioni: una ad uno dei fili che viene detto **emettitore**, un'altra all'altro filo, detto **collettore** e quella al cubetto di materiale, detto **base**.

Il transistore a giunzione presenta invece una struttura a strati (« sandwich ») di due diversi tipi di semiconduttori, vale a dire di tipi *p* od *n*, o viceversa. In uno strato interno si ha un materiale diverso da quello dei due strati esterni (uno per parte). Così, se lo strato interno è di materiale di tipo *p*, l'unità viene definita un transistore *n-p-n*: se lo strato interno è di materiale di tipo *n*, ne deriva un transistore *p-n-p*. Anche qui vi sono tre connessioni: una per ciascun strato esterno, (emettitore e collettore) ed una all'interno (base). La **figura 2** riporta disegni esplicativi e simboli riferiti a quanto abbiamo sin qui detto in proposito. Parleremo, a suo tempo, degli altri tipi di transistori, derivati dai successivi perfezionamenti dell'invenzione: per ora ci basti sapere che il transistore è un dispositivo capace di amplificare. Poichè, ripetiamo, un amplificatore è tale in quanto un piccolo segnale in esso entrante viene raccolto all'uscita più volte ingrandito (ciò si ottiene comandando col segnale entrante un grande ammontare di potenza fornita da una sorgente esterna), anche il nostro transistore in quanto capace di detta funzione può essere definito tale.

Accenneremo infine, che mentre nella valvola termoionica l'azione amplificatrice ha luogo con il controllo — a mezzo di una piccola tensione — di una corrente relativamente ampia, nel transistore il controllo della corrente ampia d'uscita è effettuato da una piccola corrente d'entrata. Per questo fatto si può dire che *la valvola è un amplificatore a comando di tensione* ed *il transistore un dispositivo amplificatore a comando di corrente.*

RICEVITORE A DUE STADI

Il miglioramento che ai due ricevitori descritti alla 9ª lezione può essere apportato con relativa semplicità di mezzi, consiste nell'aggiunta ai ricevitori stessi, così come progettati, di un ulteriore stadio amplificatore. Tale stadio è opportuno amplifichi il segnale già rivelato, ossia di Bassa Frequenza: in tal modo, alla cuffia (o, eventualmente, all'altoparlante) perverranno segnali di adeguata intensità per un più efficace funzionamento, in definitiva, per un ascolto più confortevole.

Il ricevitore non muta in alcun particolare per quanto si riferisce al suo preesistente circuito. L'unica variante in ciò è data dalla sostituzione del carico d'uscita: una resistenza viene inserita infatti in luogo della cuffia. Ai capi di tale resistenza (R, nello schema di **figura 3**) si avrà il segnale che già provocava il funzionamento dell'organo di riproduzione sonora e che ora costituirà il segnale d'entrata dello stadio amplificatore aggiunto.

Il lettore noterà che lo schema di questo nuovo apparecchio deriva dal primo, ossia del più semplice, dei due precedentemente descritti. Logicamente la sezione di rivelazione può essere quella dell'altro apparecchio (a due cristalli rivelatori). Ci siamo attenuti al più semplice perchè il vantaggio risultante dal secondo circuito nei confronti del primo, rimane attenuato dalla presenza della possibilità di amplificazione: se questa costruzione deve essere realizzata per la prima volta si può adottare senz'altro lo stadio rivelatore meno complesso, così come appare alla figura 3. In tal caso è molto opportuno, logicamente, leggere attentamente tutta la descrizione che ha formato oggetto della lezione 9ª e anche quanto è è stato scritto alla lezione 8ª.

Desiderando facilitare il compito relativo alla costruzione della bobina di induttanza, nel caso che sia difficile procurarsi il supporto nel diametro di 4 cm, come allora suggerito, riportiamo — nell'elenco del materiale occorrente — i dati di avvolgimento riferiti ad un diametro di 2,5 cm: il tubo di cartone bachelizzato di tale misura è forse più facilmente reperibile dell'altro. Vogliamo inoltre, aggiungere un particolare: sia nell'uno che nell'altro caso, ad apparecchio finito si perverrà si-

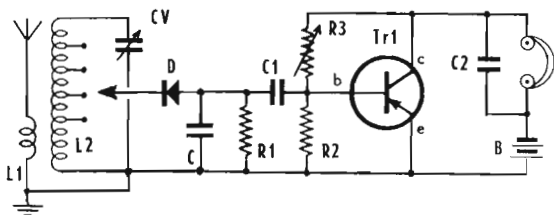



Fig. 3 — Ricevitore formato dallo stadio rivelatore e da uno stadio amplificatore di Bassa Frequenza, a transistore. Il partitore di tensione formato da R_3-R_2 permette, grazie alla possibilità di variare il valore di R_3, di polarizzare opportunamente la « base » per il più giusto valore di corrente del « collettore ». È necessaria una batteria, B, da 3 volt.

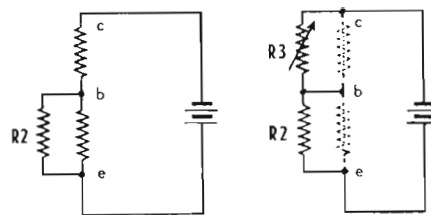



Fig. 4 A e B — Nel transistore esiste una determinata resistenza di contatto tra collettore e base: essa è qui raffigurata ed è indicata tra « c » e « b ». Un'altra resistenza è quella tra base ed emettitore (tra « b » ed « e »). Nel primo schema si intuisce come la corrente tra collettore e base (tra « c » e « b ») possa essere influenzata dal valore di R_2; nell'altro schema si osserva l'ulteriore influenza di R_3. Tutto ciò corrisponde a quanto riferito per lo schema di figura 3.

curamente alla ricezione di almeno una stazione. Per giudicare allora se il numero di spire avvolte è esatto si osserverà, conoscendo la frequenza della stazione ricevuta, in quale punto della rotazione del variabile essa si presenta: occorrerà fare, logicamente, una valutazione che sarà tanto più facile quanto più la stazione nota sarà prossima con la sua lunghezza d'onda ad uno dei due estremi di gamma. Se risulterà che la stazione viene sintonizzata a variabile troppo aperto si toglieranno alcune spire ad L_2 e, viceversa, si aggiungeranno se sembrerà che la localizzazione si effettui con inserimento di eccessiva capacità: in tal modo si correggerà automaticamente la gamma coperta che deve essere quella da 190 a 580 m circa di lunghezza d'onda.

Esaminiamo ora la parte aggiunta per renderci conto del compito che essa svolge e della funzione delle diverse parti che la compongono.

Lo stadio amplificatore

La tensione entrante, abbiamo già detto, è presente ai capi di R_1. Il circuito va esaminato tenendo presente che un collegamento diretto unisce da un lato tutti i componenti: si tratta, come è d'uso, del collegamento detto di « massa » che è il punto a potenziale comune alle diverse parti. Anche R_1 perciò è connessa a massa da un lato: il segnale è accoppiato tramite un condensatore, C_1. Il valore di questo condensatore è stato scelto in maniera da costituire una reattanza minima alle frequenze foniche passanti: la presenza di C_1 non costituisce perciò un ostacolo al trasferimento della Bassa Frequenza, mentre impedisce alla tensione di corrente continua, proveniente dalla batteria, di inoltrarsi al circuito del rivelatore ove creerebbe disturbo.

Abbiamo accennato alla batteria: è questo uno dei componenti nuovi — oltre, ben inteso, al transistore — che vediamo impiegato per la prima volta. Ricordando ciò che è stato detto un po' più sopra a proposito dei dispositivi di amplificazione, si intuirà che la batteria rappresenta la necessaria fonte che deve fornire la corrente al transistore, affinchè in esso possa svolgersi l'auspicato controllo, traducentesi in amplificazione.

Gli elettrodi del transistore sono tre: per aiutarne l'identificazione, sullo schema sono riportate le lettere iniziali della loro denominazione: base, emettitore, collettore. Il transistore può essere variamente disposto per quanto riguarda gli elettrodi al fine di sfruttarne le caratteristiche (vedremo ciò a suo tempo). Possiamo dire di trovarci qui in presenza di uno stadio con emettitore a massa, entrata sulla base (tra base e massa) e, naturalmente, uscita al collettore (tra collettore e massa); si ha evidentemente un elettrodo comune al circuito d'ingresso e d'uscita: l'emettitore. Il transistore adottato è del tipo *p-n-p*: per il suo corretto funzionamento, è necessario che l'emettitore riceva una piccola tensione (decimi di volt) positiva (rispetto alla base) ed il collettore una tensione negativa di alcuni volt. Il rapporto tra queste due polarizzazioni (che traggono origine dalla batteria *B*) è molto importante per la determinazione del miglior punto di lavoro del singolo transistore. Si è pensato perciò di ricorrere ad un accorgimento permettente di reperire tale punto in modo da poter pervenire con qualsiasi esemplare di transistore alle polarizzazioni più idonee, ed assicurarsi così, buoni risultati in ogni caso.

Occorre tener presente che le giunzioni del transistore rappresentano una determinata resistenza: così si ha una resistenza tra collettore e base ed un'altra tra base ed emettitore. Se colleghiamo in parallelo a ciascuna di dette resistenze un ulteriore elemento resistivo, possiamo, modificando i rapporti, variare la polarizzazione presente al punto centrale, ossia alla base. Ciò è chiaramente illustrato dalle **figure 4A** e **4B**. Nella prima risulta evidente anzitutto che la corrente attraversante il collettore (tra *c* e *b*) deriva dalla resistenza risultante dal parallelo di R_2 con la resistenza di contatto base-emettitore.

Nella seconda illustrazione appare R_3 che è una resistenza variabile: essa, forma con R_2 un partitore di tensione esterno al transistore. Variando il valore di R_3 varia la tensione presente nel punto di unione tra R_3 ed R_2, vale a dire la tensione di polarizzazione di base. Se R_3 è inferiore ad R_2 la polarizzazione è negativa, se in R_3 compare un valore più alto di R_2, la polarizzazione diventa positiva. La variazione di R_3 ci consente quindi di ottenere — come premesso — le giuste polarizzazioni in presenza di qualsiasi transistore, rimediando all'inconveniente derivante dalle differenze di caratteristiche che si riscontrano assai spesso tra i transistori anche dello stesso tipo.

Rileveremo, a conclusione di questi cenni sul transistore, che le variazioni di corrente nel circuito base-emettitore (circuito di ingresso) vengono riprodotte nel cir-

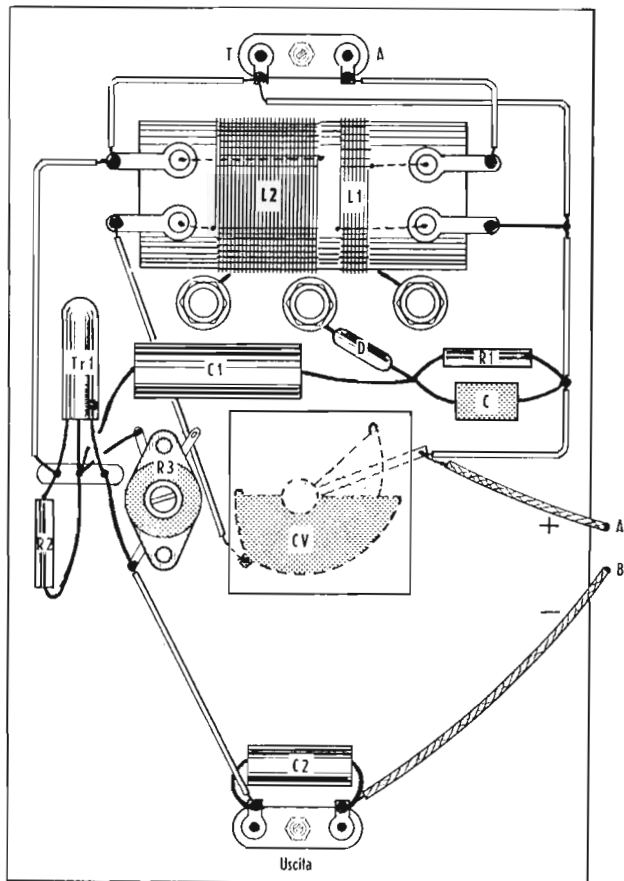



Fig. 5 — Pannello recante tutto il montaggio dell'apparecchio. I tre conduttori uscenti dal transistore (Tr_1) sono ancorati ad una basetta: essi, per chiarezza di disegno, appaiono nudi, ma è opportuno, come è detto nel testo, che siano ricoperti di tubetto sterling. I conduttori A e B devono essere connessi alla batteria.

cuito del collettore con maggiore intensità, grazie evidentemente all'attitudine ad amplificare da parte del transistore stesso. La cuffia, inserita appunto in serie al collettore, riproduce — come risultato finale — la trasmissione, con intensità maggiore di quella ottenuta col solo rivelatore a cristallo.

Montaggio e messa a punto

Il numero dei componenti aggiunti è talmente esiguo, e le parti stesse così piccole, che risulta molto facile collocare il tutto sullo stesso pannello del precedente montaggio: riproduciamo a **figura 5** un esempio di realizzazione, cui corrisponde — come aiuto per una più pronta identificazione delle parti e, soprattutto per il controllo finale dei collegamenti — il disegno-schema di **figura 6**.

Il pannello, nel suo aspetto frontale, non subisce varianti in quanto i comandi restano immutati; l'organo aggiunto R_3 pur essendo variabile, va regolato una volta per sempre e perciò non occorre predisporre per esso alcun comando esterno.

Il suo albero sarà accessibile dal retro del pannello: non è previsto alcun bottone di comando, perchè è sufficiente ruotare un cacciavite il perno, nella fase di messa a punto, di cui si dirà.

Particolare cura va posta nelle saldature che riguardano il transistore. Anzitutto si individueranno i tre conduttori corrispondenti agli elettrodi, sulla scorta del disegno di **figura 7**: il punto rosso permette un sicuro riferimento. In secondo luogo, essendo i conduttori molto flessibili e quindi soggetti facilmente a venire in contatto tra loro o con altri organi, si prevederà un pezzettino di tubetto sterling per ognuno di essi. Lo sterling sarà infilato un momento prima di saldare il conduttore al circuito: quest'ultima operazione deve essere eseguita impiegando un paio di grosse pinze che, con la loro massa metallica, accelerano il raffreddamento del filo (**figura 8**). I transistori, più ancora dei diodi a cristallo, sono molto delicati su questo punto e non bisogna assolutamente insistere nel riscaldamento con l'operazione di saldatura: quest'ultima deve essere rapidissima.

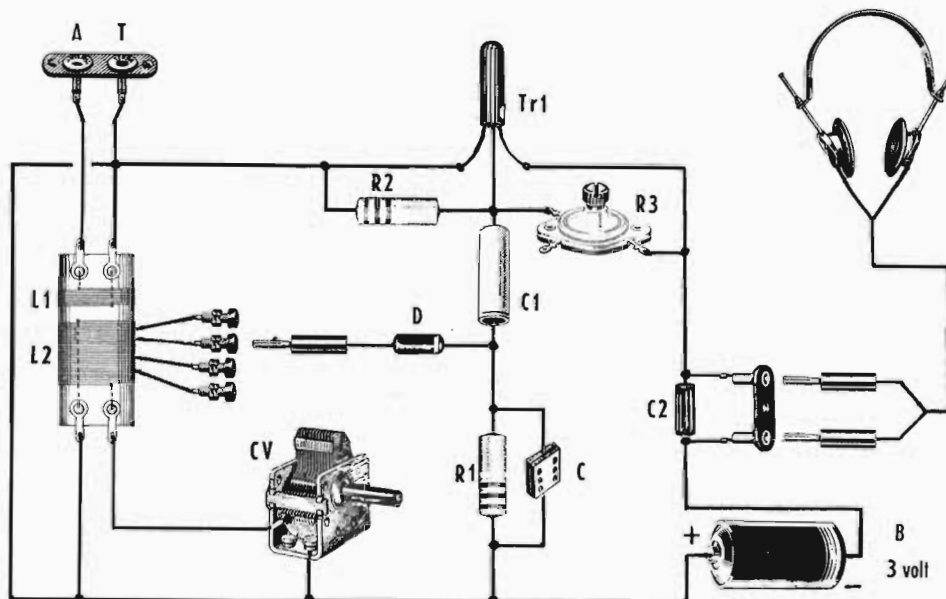



Fig. 6 — Schema elettrico-pratico del ricevitore. Risulta molto utile per il controllo dei collegamenti e delle parti. Elenco del materiale occorrento:

1 tubo di cartone bachelizzato - diametro 2,5 cm - lunghezza 10 cm - Filo di rame smaltato, da 0,22 mm, 15 m circa. Per L1 = 20 spire; per L2 = 112 spire affiancate (tra L1 ed L2 = 4 mm).

1 condensatore variabile ad aria CV - capacità pF 365 (può anche essere da 500 cm - G.B.C. N° 0/132).

1 resistenza variabile - R3 - da 1 Megaohm - G.B.C. N. D 161.

1 cuffia magnetica - 1.000 o 2.000 ohm di impedenza.

1 batteria - B - da 3 volt.

1 diodo a cristallo di germanio - D - OA79 oppure 1N34.

1 condensatore a mica - C - da 250 pF.

1 resistenza fissa - R1 - da 100.000 ohm - 0,5 w.

1 resistenza fissa - R2 - da 10.000 ohm - 0,5 w.

1 condensatore fisso - C1 - da 0,5 µF - a carta.

1 condensatore fisso, a carta - C2 - da 5.000 pF

1 transistore - Tr1 - OC 70 o similare.

Boccole, prese, squadrette e basette di fissaggio, viti, spine a banana, filo per collegamenti, tubetto sterling, stagno preparato.

1 manopola graduata o bottone ad indice, per CV.

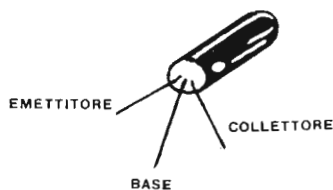



Fig. 7 — Gli elettrodi vengono individuati nei riferimenti di una tacca colorata che compare sulla custodia: dal suo lato è il collettore, la base è in centro, e l'emettitore dal lato opposto.

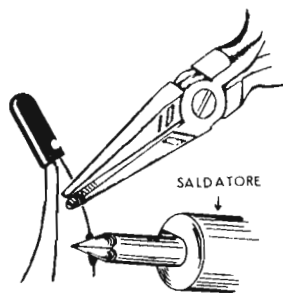



Fig. 8 — Le saldature degli elettrodi del transistore devono essere effettuate con rapidità. Per evitare la propagazione del calore all'interno, si ricorra ad una grossa pinza che con la sua massa disperde il calore propagantesi.

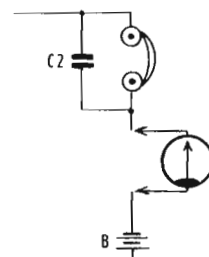



Fig. 9 — Disposizione provvisoria di misura per la lettura della corrente di collettore. Serve a controllare che, in seguito alla regolazione di R_3 (figura 3) la corrente venga portata al minimo senza sacrificio dell'intensità d'uscita

Controllati uno ad uno i nuovi collegamenti (a questo scopo, come abbiamo detto, è molto utile la figura 6 sulla quale si potranno contrassegnare mano a mano le fasi del riscontro) si potrà inserire nella sua presa, la cuffia. Con l'inserimento si invia automaticamente corrente al circuito del transistore e, anzi — dato il carattere, sempre sperimentale, del montaggio — si può usufruire di uno spinotto della cuffia come di un interruttore, per inserire e disinserire corrente, sì da risparmiare il consumo della batteria quando il ricevitore non è in funzione. Inizialmente tutto il valore di R_3 sarà incluso. Essendo mutate le condizioni di carico del diodo rivelatore, non sarà male sperimentare — effettuando la ricezione di una stazione — quale presa sull'induttanza L_2 offre i migliori risultati, agendo sempre anche sul condensatore variabile per rimanere nel punto esatto di sintonia.

Si provvederà poi alla determinazione della migliore polarizzazione del transistore, in modo da avere la massima amplificazione con un minimo di corrente al collettore. Occorre, per questa operazione, un « tester » in funzione di milliamperometro per corrente continua. Si sceglierà una portata di 5 mA a fondo scala: si estrarrà una spina della cuffia dalla presa (lato verso il polo negativo della batteria) e si inserirà in suo luogo il puntale « negativo » dello strumento. Si unirà il puntale « positivo » dello strumento con la spina della cuffia rimasta libera (si potrà usufruire per questo collegamento provvisorio di una presa a coccodrillo). In tal modo, il milliamperometro risulterà inserito in serie alla cuffia, il che è come dire, in serie al collettore, la cui corrente verrà così letta dallo strumento. La **figura 9** schematizza la disposizione provvisoria di misura.

Durante la ricezione di una stazione (il controllo sarà effettuato con la cuffia) si regolerà lentamente R_3 sino ad ottenere il minimo di corrente indicato dallo strumento pur avendosi sempre la più alta intensità sonora alla cuffia: si tratterà quasi sempre del valore di 1 milliampère circa. Trovata la giusta posizione di R_3 si staccheranno i puntali e si rimetterà al suo posto lo spinotto della cuffia. Occorre avvertire che, agli effetti della sensibilità di antenna, questo ricevitore consentirà un vantaggio minimo nelle zone in cui la ricezione era scarsa o nulla col solo rivelatore a cristallo: il transistore, nel nostro caso, non aumenta infatti la distanza dalla quale è possibile captare un trasmettitore, bensì la sola intensità dei segnali rivelati.

RICEVITORE A TRE STADI

Vista l'applicazione di uno stadio di amplificazione al ricevitore formato dal solo rivelatore, viene fatto di pensare, logicamente, all'aggiunta di un secondo stadio svolgente anch'esso analoga funzione nei riguardi del segnale già amplificato una prima volta. Ciò è fattibilissimo, ed è quanto descriveremo nelle note che seguono.

Basterà osservare lo schema di **figura 10** per rendersi conto della nuova aggiunta: i principi che la ispirano sono, in linea di massima, gli stessi che abbiamo riferiti parlando del primo transistore. Elettricamente, si vedrà molta analogia tra i due stadi e quando gli stessi si susseguono così come nel nostro caso, si suol dire che sono « in cascata ».

Così come per la prima aggiunta, il segnale da amplificare viene raccolto laddove esso prima poneva in funzione la cuffia: in altre parole, ciò che prima era « l'uscita » dell'apparecchio diventa ora « l'entrata » del nuovo stadio.

Il secondo transistore si differenzia dal primo perchè capace di una azione di maggiore potenza: le correnti che in esso possono circolare sono più elevate, ed il risultato ne è che il segnale amplificato è in grado di azionare un sistema riproduttore del suono meno sensibile (richiedente perciò maggiore potenza) ma assai più comodo della cuffia: l'altoparlante. È la prima volta che incontriamo questo organo, ma non è ancora qui il momento di descriverlo diffusamente: ci limiteremo a dire che in luogo di una piccola membrana (come avviene nella cuffia) viene posto in movimento, nell'altoparlante, un cono — assai più ampio — di carta speciale. Il cono reca nella parte del suo più piccolo diametro, un avvolgimento di poche spire detto « bobina mobile », immerso nel flusso magnetico di un magnete permanente. Se alla bobina mobile pervengono correnti di Bassa Frequenza, i flussi generati costringono il cono, che è solidale con la bobina, a muoversi di conseguenza, vale a dire a riprodurre meccanicamente gli impulsi elettrici, generando così il suono. Da questo brevissimo cenno si comprenderà che per il movimento del cono occorre assai più

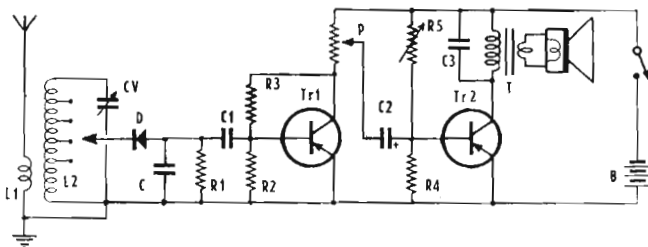



Fig. 10 — Ricevitore formato dallo stadio rivelatore e da due stadi, in « cascata », di amplificazione in Bassa Frequenza, a transistori. Il valore di R_3 viene determinato come è detto nel testo. R_5 è il regolatore di « volume ». È necessaria una batteria — B — da 6 volt.

energia che per il movimento della membrana della cuffia. Lo stadio che pilota l'altoparlante, in effetti, viene detto « stadio di potenza ».

Poichè le spire della bobina mobile sono necessariamente poche (più spire significano sempre maggior peso, e minore elasticità per il cono), l'impedenza che esse presentano è molto bassa. Da ciò deriva la necessità, con gli altoparlanti, di un trasformatore di impedenza, capace cioè di adattare l'impedenza della bobina mobile con quella dell'organo amplificatore d'uscita (transistore o valvola) che è sempre più alta di quella della bobina mobile. Nel nostro schema si individuerà in *T* detto trasformatore.

La funzione di R_5 è identica a quella di R_3 descritta per l'apparecchio precedente. Si noterà che ora R_3 è a valore fisso. Il valore fisso di R_3 deriva però dalla ricerca effettuata con la precedente resistenza variabile: allorchè si è trovato il migliore punto della resistenza variabile si può misurare il valore inserito a mezzo di un ohmetro e sostituire l'organo resistivo variabile con uno fisso di pari valore. Solo se, in un secondo tempo si dovesse sostituire il transistore, si dovrà ripetere la ricerca del valore a mezzo di una resistenza variabile.

Questa operazione, di determinazione del valore di R_3 — dobbiamo avvertire — non può essere quella già eseguita allorchè si aveva un solo stadio: è necessario ripeterla in considerazione del fatto che ora si è in presenza di una tensione di alimentazione più alta (6 volt della batteria in luogo di 3) e che invece della resistenza della cuffia si ha la resistenza di *P*.

In questo schema si ha un organo resistivo che non era presente nello schema precedente, *P*. Si tratta di un potenziometro il cui valore totale di resistenza (capi estremi) sostituisce, come si è detto, la cuffia dello schema precedente: dato che possiede un cursore è possibile, per la caratteristica dell'elemento stesso, prelevare tutto il segnale presente ai suoi capi o parte, sino a zero, con graduale variazione. Quando il cursore sarà per il massimo della rotazione consentita verso l'estremità collegata al collettore si disporrà di tutto il segnale: quanto sarà all'altro estremo non si avrà segnale perchè quel punto, corrispondente al polo negativo della batteria è, agli effetti della Bassa Frequenza, a potenziale zero (corrisponde cioè al collegamento comune di massa anche se

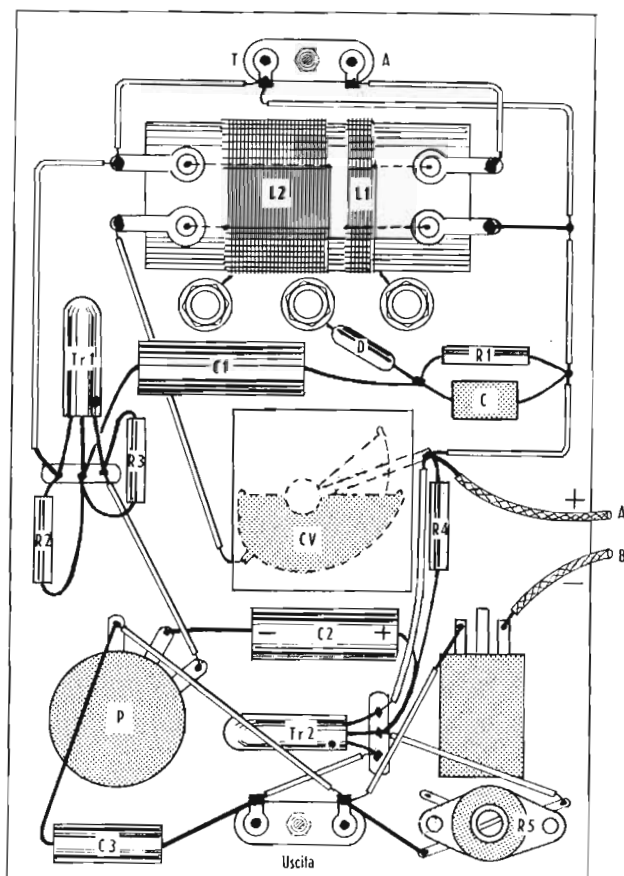



Fig. 11 — Sullo stesso pannello, di cm 10 per 15, suggerito per il ricevitore a 2 stadi, può essere contenuto anche questo ricevitore a 3 stadi. La batteria sarà collegata ai conduttori A e B. Il trasformatore per l'altoparlante è esterno.

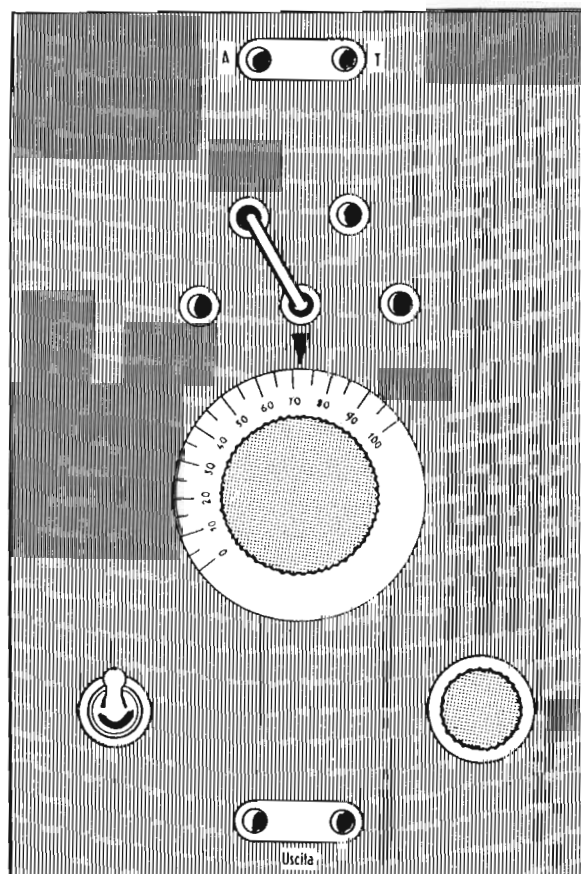



Fig. 11 bis — Il pannello di cui al montaggio a fianco, visto dalla parte frontale, con i diversi comandi. Questo pannello può essere di qualsiasi materiale isolante, anche di legno compensato, e può fungere da coperchio ad una cassetta.

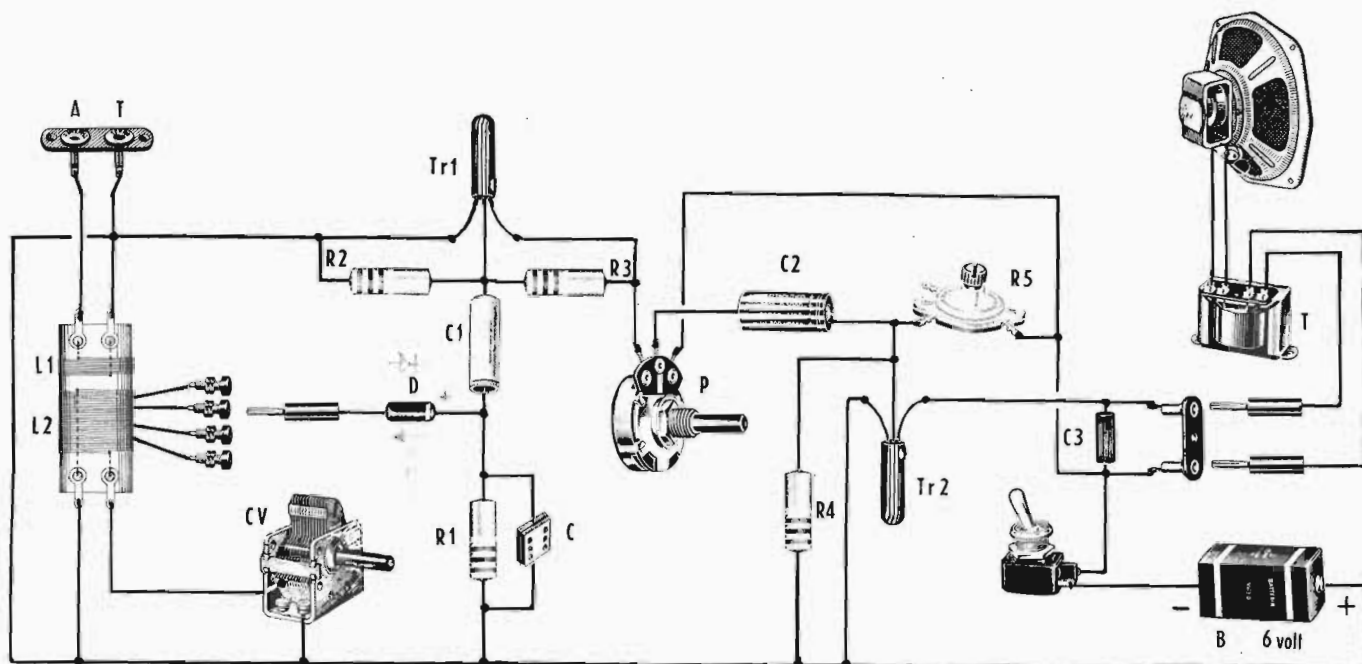



Fig. 12 — Schema elettrico-pratico del ricevitore a 3 stadi. Elenco del materiale occorrente:

1 tubo di cartone bachelizzato - diametro 2,5 cm - lunghezza 10 cm - Filo di rame smaltato, da 0,22 mm, 15 m circa. Per L1 = 20 spire; per L2 = 112 spire affiancate (tra L1 ed L2 = 4 mm).
1 condensatore variabile ad aria CV - capacità pF 365 (può anche essere da 500 cm - G.B.C. N° 0/132).
1 diodo a cristallo di germanio - D - OA79 oppure 1N34.
1 condensatore a mica - C - da 250 pF.
1 condensatore fisso - C1 - da 0,5 μF - a carta.
1 transistore - Tr1 - OC 70 o similare.
Boccole, prese, squadrette e basette di fissaggio, viti, spine a banana, filo per collegamenti, tubetto sterling, stagno preparato.
1 manopola graduata o bottone ad indice, per CV.
1 bottone di comando per P.
1 batteria - B - da 6 volt.
1 resistenza fissa - R3 - 0,5 w (vedi testo).
1 resistenza fissa - R4 - da 10.000 ohm - 0,5 w.
1 resistenza variabile - R5 - da 100.000 ohm - G.B.C. N. D/161.
1 resistenza fissa - R1 - da 100.000 ohm - 0,5 w.
1 resistenza fissa - R2 - da 10.000 ohm - 0,5 w.
1 potenziometro da 5.000 ohm
1 transistore - Tr2 - OC 71 o similare.
1 condensatore fisso, a carta - C3 - 5000 pF
1 trasformatore per transistore-altoparlante - G.B.C. N. P/151.
1 altoparlante magnetodinamico - diametro 8 cm - impedenza 10 ohm - G.B.C. N. P/247.
1 interruttore a levetta - G.B.C. N. G/1101.
1 condensatore elettrolitico - C 2 10 μF

vi è interposta la resistenza assai bassa a questi effetti, della batteria). La possibilità che ci offre *P* che dosa il segnale da inoltrare al secondo transistore, si traduce in una regolazione del volume sonoro: perciò *P* funge da «regolatore di volume» e ci consente quella necessaria manovra che è comune a tutti i radioricevitori provvisti di altoparlante. Il suo comando, pertanto, va posto all'esterno del pannello per ovvie ragioni di praticità.

C_2 è il nuovo condensatore di accoppiamento (è del tipo elettrolitico e permette l'impiego di elevato valore con volume minimo: occorre rispettare la polarità di inserzione). C_3 è un condensatore di fuga per le frequenze più alte sì da modificare il «tono» dell'ascolto: esso è facoltativo.

Per disporre della maggiore potenza, occorrente a TR_2, si è resa necessaria una batteria da 6 volt in luogo di quella da 3 volt precedente. È stato inserito anche un interruttore (*I*) per includere o escludere l'alimentazione.

L'altoparlante da impiegare sarà scelto tra quelli a piccolo diametro (8 - 10 - 12 cm) in quanto l'energia disponibile non è ancora adeguata ad un tipo di grande diametro. Molto spesso l'altoparlante viene fornito con il trasformatore *T* già montato sul suo cestello: in tal caso la bobina mobile è già collegata al secondario e sono disponibili le due linguette dell'avvolgimento primario. Ad esse si uniranno due conduttori flessibili che faranno capo a due spinotti (banane) da inserire nella presa d'uscita. Quanto sopra vale in quanto, come spesso avviene, si collochi l'altoparlante in posizione relativamente distanziata dal pannello dell'apparecchio. In questi casi, anzi, si è soliti racchiudere l'altoparlante in una sua cassetta con foro in corrispondenza del cono: essa funge da mobiletto e quasi sempre migliora (vedremo a suo tempo perchè) la qualità di riproduzione. Se si adotta la soluzione ora accennata si può contenere il montaggio sullo stesso pannello sul quale possono essere stati realizzati i due apparecchi descritti in precedenza. La **figura 11** dimostra infatti che, pur con l'aggiunta del secondo stadio di amplificazione, si perviene ad un assieme pressochè eguale a quello di figura 5, derivante a sua volta dal montaggio del ricevitore descritto a pagina 68. Questo risultato è ottenibile in quanto già all'inizio il nostro disegno relativo al collocamento delle parti teneva conto dell'evoluzione successiva.

Così come R_3 a valore fisso sostituisce la resistenza variabile una volta individuato il valore più opportuno, un'altra resistenza fissa può sostituire, se si crede, R_5, dopo che anch'essa ha indicato quale sia la resistenza che permette il minor consumo del collettore di TR_2 senza sacrificio dell'intensità sonora d'uscita. Avvertiamo che il transistore di potenza ha un consumo di corrente che è circa il triplo di quello di TR_1. Si seguirà, per la misura, la stessa tecnica già illustrata per TR_1 con impiego cioè di un milliamperometro di lettura.

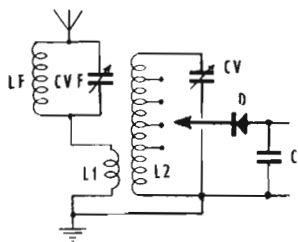



Fig. 13 — La selettività dei ricevitori descritti può essere notevolmente aumentata inserendo in serie al collegamento d'antenna, il circuito filtro accordato LF-CVF che sarà sintonizzato sulle frequenze interferenti. Per LF è pratico scegliere una bobina a nido d'ape (G.B.C. mod. 0/486, trascurando l'avvolgimento primario) e per CVF si può adottare qualsiasi variabile con capacità massima dai 365 ai 500 pF.

Anche per questo montaggio riportiamo lo schema speciale con componenti nel loro reale aspetto — **figura 12** — per aiutare sia nella comprensione dello schema elettrico, sia nel controllo dei collegamenti eseguiti e da eseguirsi. Se l'altoparlante acquistato non è dotato del trasformatore *T* si dovrà provvedere al collegamento della bobina mobile con il secondario del trasformatore stesso: se risulterà necessario individuare gli avvolgimenti primario e secondario sarà facile farlo con l'aiuto dell'ohmetro, tenendo presente che l'avvolgimento presentante la resistenza più alta è il primario.

PERFEZIONAMENTI EVENTUALI

Tutti e tre i ricevitori sin quì descritti offrono lo stesso grado di selettività, e occorre dire che la loro selettività è alquanto scarsa. Questo inconveniente non pregiudica i risultati se la stazione da ricevere (la cosiddetta «locale») è unica o se, potendosi ricevere due stazioni, queste differiscono molto in lunghezza d'onda sì da sintonizzarne una all'inizio e l'altra verso la fine della rotazione di *CV*. Accade assai spesso, invece, che le due o più stazioni interferiscano: allora è necessario ricorrere ad un ulteriore circuito sintonizzato per accrescere la selettività. Già nella lezione precedente si è visto come, sul circuito d'antenna, possa essere inserito un tale circuito (vedi figura 10A e B a pagine 318). Tenendo presente quanto è stato detto allora si deduce che le soluzioni più correnti e possibili sono due: una consiste nel filtro d'antenna disposto in serie come da **figura 13**, un'altra derivante dalla realizzazione di un secondo circuito accordato inserito in parallelo al primario d'aereo. Consigliamo la prima che può essere attuata con gli stessi valori di induttanza e capacità presenti nel circuito di sintonia L_2-CV; può, perciò, essere realizzata una bobina identica ad L_2, salvo la omissione delle prese ma, ragioni di praticità suggeriscono, se reperibile, una bobina meno ingombrante (avvolgimento a nido d'ape) possibilmente con nucleo di materiale magnetico per radiofrequenza. Anche il condensatore variabile può essere diverso: per economizzare può essere scelto un tipo a dielettrico mica che è, anch'esso, meno ingombrante di quello ad aria.

Il nuovo circuito accordato, che viene indicato *LF-CVF* nello schema di figura 13, sarà sintonizzato sulla frequenza del segnale interferente. In pratica, dopo aver accordato con *CV* la stazione che si desidera ricevere, si ruoterà *CVF* sino ad un punto in cui i segnali dell'altra stazione, quella non desiderata, spariranno o saranno molto attenuati. Se in una data località si ha possibilità di buon ascolto di due stazioni, è logico che il comando di *CVF* debba rimanere facilmente accessibile, dato che può essere necessario dover eseguire l'accordo per l'una o per l'altra stazione, a seconda cioè di quella prescelta con *CV*; se la ricezione buona o prescelta è quella di una sola stazione, l'assieme *LF-CVF* può essere sintonizzato una volta per sempre e non è necessario che risulti in posizione di pronta accessibilità.

Il lettore si chiederà ora se, così come si è fatto per i due stadi, non si possa aggiungerne ancora un terzo. Effettivamente, con una scelta opportuna del tipo di transistore, la cosa sarebbe possibile, ma noi la sconsigliamo. È preferibile che gli eventuali ulteriori miglioramenti vertano verso un aumento della sensibilità al fine di poter ricevere un maggiore numero di stazioni o, quanto meno, di non rendere indispensabile un'estesa antenna esterna. Vi è una soluzione per questo problema: affidare la rivelazione non più ad un semplice diodo ma ad un transistore, attuando a tale scopo un particolare circuito che viene detto «a reazione». Con ciò si accresce notevolmente non solo la sensibilità ma, contemporaneamente, anche la selettività. Una costruzione del genere sarà oggetto di descrizione in una lezione futura nella quale l'argomento dei ricevitori sarà ripreso e ulteriormente sviluppato, onde giungere, per gradi, ad apparecchi di sempre più completi risultati.

In tale occasione, per gli stessi fini, sarà esposto ed applicato un sistema non ancora illustrato ai nostri lettori, atto ad accrescere ulteriormente la potenza d'uscita, sì da consentire un volume sonoro elevato e l'impiego eventuale di un altoparlante di maggior diametro.

Gli apparecchi così realizzati potranno anche essere destinati in permanenza all'ascolto, vogliamo dire che potranno essere riguardati non più come costruzioni specificatamente sperimentali, soggette a rifacimenti, ma usati normalmente.

Ben inteso ad essi faremo seguire ricevitori ancor più moderni, noti col nome di «supereterodine», tuttavia, la maggiore semplicità di questi primi apparecchi ed il loro minor costo, potranno — come abbiamo detto — farli preferire in alcuni casi di favorevoli condizioni di ubicazione unite a considerazioni di ordine economico.

SIMBOLI - ABBREVIAZIONI

b = Base di un transistore

c = Collettore di un transistore

dB = Decibel: unità di misura relativa al rapporto tra due grandezze

e = Emettitore di un transistore

FORMULE

Frequenza di risonanza di un'antenna:

$$F_o = \frac{159}{\sqrt{LC}}$$

nella quale:

F_o = Frequenza in megahertz

C = Capacità in microfarad

L = Induttanza in microhenry

Frequenza di risonanza di un'antenna standard da laboratorio:

$$F_o = \frac{159}{\sqrt{(50)\,(200)}}$$

SEGNI SCHEMATICI

= Transistore p-n-p

= Transistore p-n-p

= Transistore p-n-p

= Transistore n-p-n

= Antenna a telaio

= Antenna a telaio

= Antenna a telaio

= Boccola con contatto a « jack »

= Variometro

= Variometro

= Commutatore con corto-circuito

= Commutatore con corto-circuito

DOMANDE sulle LEZIONI 40ª e 41ª

N. 1 —
Cosa si intende per « gamma di frequenza » in un apparecchio radio?

N. 2 —
Quale è la prima condizione necessaria affinchè un ricevitore abbia la massima sensibilità?

N. 3 —
Cosa si intende per « lunghezza elettrica » di un'antenna?

N. 4 —
Quale è il primo organo di un ricevitore che può fornire una certa amplificazione?

N. 5 —
In quale caso un ricevitore viene detto « a stadi accordati »?

N. 6 —
Quale è il vantaggio che deriva dall'aggiunta di stadi di amplificazione di Alta Frequenza?

N. 7 —
Cosa si intende per circuito trappola? In che cosa consiste? Come viene applicato?

N. 8 —
Che cosa è un'antenna a telaio?

N. 9 —
In quale posizione si trova il condensatore variabile di un circuito sintonizzato, allorchè quest'ultimo viene predisposto per la ricezione della massima frequenza della gamma disponibile?

N. 10 —
In quanti modi può variare la capacità di un condensatore variabile, con la rotazione delle armature mobili?

N. 11 —
A cosa servono i tagli radiali praticati sulle lamine esterne del rotore di un condensatore variabile?

N. 12 —
Cosa si intende per « commutazione di gamma »? Come viene effettuata?

N. 13 —
Cosa si intende, in un radio ricevitore, per « gruppo di Alta Frequenza? »

N. 14 —
Quale è la caratteristica sulla quale si basa il funzionamento di un transistore?

N. 15 —
Quanti e quali sono gli elettrodi di un transistore?

N. 16 —
In quale caso due stadi di amplificazione vengono detti « in cascata »?

N. 17 —
Nel circuito del ricevitore a tre stadi (Fig. 10, lez. 41ª), quale è il compito del trasformatore T?

N. 18 —
Nel circuito di figura 13 (Lez. 41ª), su quale frequenza deve essere sintonizzato il circuito LF-CVF, posto in serie al conduttore di antenna?

RISPOSTE alle DOMANDE di Pag. 305

N. 1 — Convertire un determinato livello di tensione-corrente in un altro, tale però che il prodotto tra i due valori rimanga costante.

N. 2 — È possibile, in quanto un trasformatore può erogare diverse tensioni con intensità di corrente proporzionali, che possono essere impiegate separatamente. La potenza totale resa è però sempre eguale a quella assorbita dalla sorgente.

N. 3 — Il nucleo, l'avvolgimento primario, l'avvolgimento o gli avvolgimenti secondari, il carcassino ed il serrapacco.

N. 4 — Il primario, collegato ad una sorgente di energia, trasforma la corrente in un campo magnetico, ed il secondario subisce l'influenza di detto campo ed eroga una tensione (e quindi una corrente) da esso indotta.

N. 5 — I due rapporti sono identici.

N. 6 — In tre modi: 1) Per elevare una tensione diminuendo proporzionalmente la corrente; 2) Per ridurre una tensione aumentando proporzionalmente la corrente; 3) Per ottenere un identico livello di tensione-corrente, in due circuiti alimentati dalla medesima sorgente ma elettricamente isolati tra loro.

N. 7 — A causa delle perdite inevitabili nel rame e nel ferro.

N. 8 — Per ridurre al minimo le correnti parassite circolanti nel nucleo stesso, ed in esso indotte dal campo magnetico. Se tra i lamierini non esiste una « continuità » di circuito, le correnti parassite non possono circolare.

N. 9 — Ai capi del secondario appare la tensione di 112,5 volt.

N. 10 — Sì. Le tensioni secondarie a vuoto, ossia in assenza di carico, sono più elevate.

N. 11 — Perchè altrimenti la discontinuità del circuito magnetico, inevitabile per consentire l'introduzione dei lamierini stessi nell'avvolgimento, coinciderebbe in tutti in un'unica posizione. Ciò determinerebbe la presenza di un « traferro » ossia di una interruzione tale da compromettere il risultato per la diminuzione della densità di flusso.

N. 12 — No. Detto fattore è costante, ed è determinato dal rapporto tra la tensione ed il numero di spire di ogni avvolgimento.

N. 13 — Detti valori sono tra loro inversamente proporzionali.

N. 14 — Il rapporto tra la potenza dissipata nel circuito primario e quella erogata dal o dai secondari.

N. 15 — La dispersione del flusso magnetico (linee di forza che non influenzano il secondario), l'isteresi magnetica, le correnti parassite nel nucleo, la saturazione di quest'ultimo, la resistenza ohmica del conduttore, e la capacità distribuita.

N. 16 — Perchè tra due strati affacciati esiste una d.d.p. pari alla tensione totale divisa per il numero degli strati stessi. Tale d.d.p. può essere maggiore di quella tollerata dallo smalto che riveste il conduttore, il quale — tra l'altro — è soggetto a rotture. La mancanza di tale isolamento determina il pericolo di corto-circuiti.

Per le seguenti misure:

VOLT C.C. = 5 - 10 - 25 - 50 - 100 - 250 - 500 - 1.000 f.s.
VOLT C.A. = 5 - 10 - 25 - 50 - 100 - 250 - 500 - 1.000 f.s.
MILLIAMPERE C.C. = 50 µA.; 1 - 5 - 50 - 500; 5 ampère
MILLIAMPERE C.A. = 1 - 5 - 50 - 500; 5 ampère
OHM = 0 - 20.000; 0 - 200.000; 0 - 2 Mohm; 0 - 20 Mohm
MICROFARAD = 0 - 5 f.s.
DECIBEL = da −10 a +16 f.s.

Questo che presentiamo è — come abbiamo premesso all'inizio della trattazione di una piccola serie di analizzatori — il modello più completo e più sensibile. Abbiamo allora detto che il possesso di due tipi consentiva un corredo veramente completo in quanto si sarebbe potuto destinare il tipo da 5.000 ohm per volt ad un uso di minore impegno (lavoro esterno) ed il modello da 20.000 ohm per volt all'uso in laboratorio. Ora, è bene chiarire, questa distinzione degli impieghi non è tassativa: ragioni di economia consigliano spesso di effettuare un compromesso. Il lettore deciderà, in tal caso, per l'uno o per l'altro tipo, in previsione del suo programma, vale a dire, a seconda delle sue intenzioni circa la sua applicazione alla radiotecnica. Chi intende dedicarsi ad una attività di semplice svago può limitarsi al « tester » descritto al fascicolo 9°: chi desidera intraprendere un lavoro di tec-

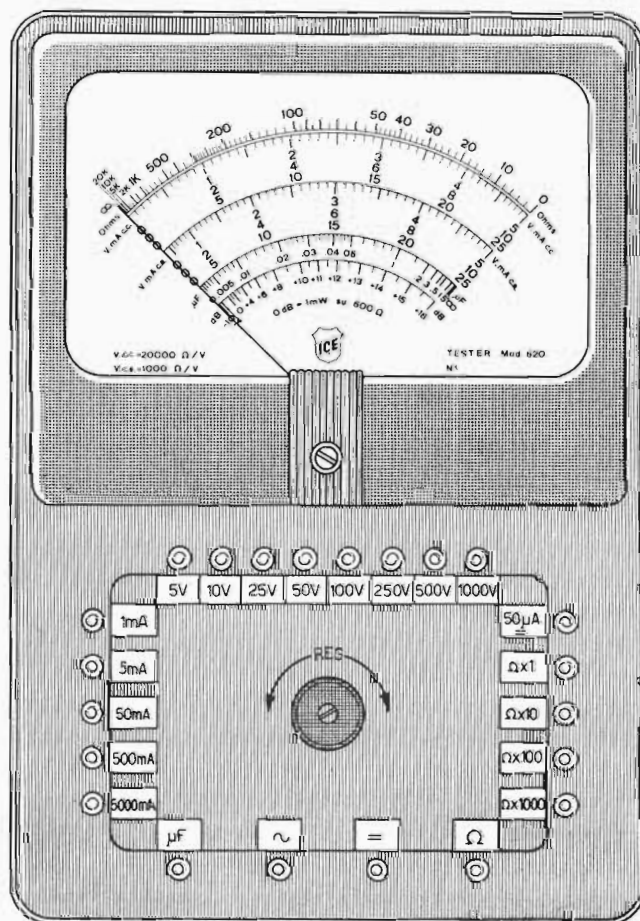
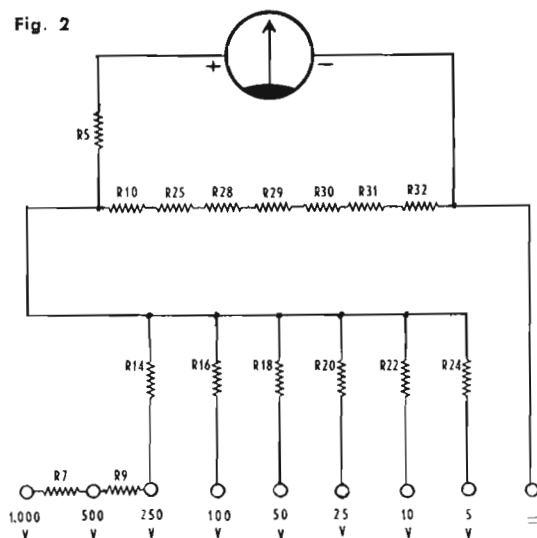



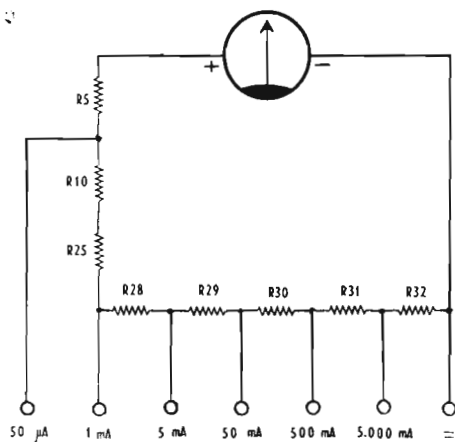
Figura 1 — Veduta frontale del « tester » le cui dimensioni sono: cm 13,5 di larghezza, cm 19,5 di altezza, cm 7,5 di spessore.

nico riparatore o progettista è assai più opportuno — dovendo scegliere tra i due strumenti — dia la preferenza alla presente realizzazione.

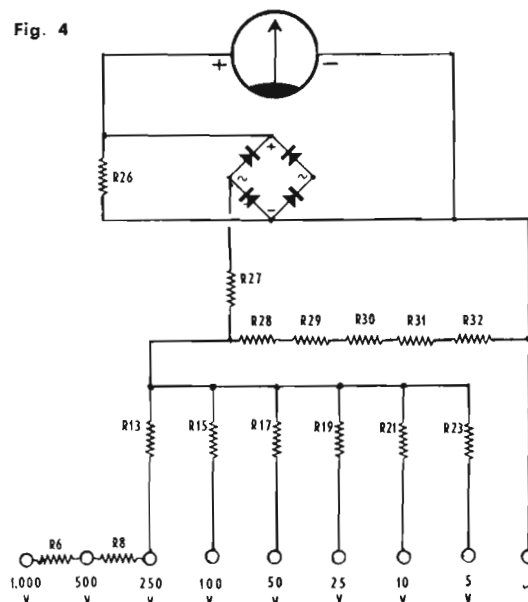
Misure di tensione continua

Fig. 2

Si può usufruire di ben otto portate. In conseguenza, sarà facile scegliere quella portata che permette una lettura agevole e precisa, avendo cura di selezionarla in modo che il valore in via di lettura cada verso il fondo scala. Lo schema di **figura 2** riporta la serie di resistenze addizionali (da R_{24} ad R_7) interessate alle varie scale: compaiono anche altre resistenze che, se pur non necessarie per questo compito, non si possono ignorare ai fini dei valori totali del circuito.

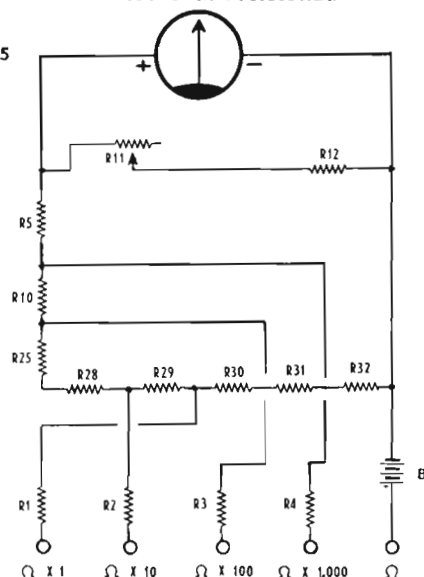
Misure di corrente continua

Fig. 3

Anche per la lettura di correnti le possibilità sono numerose, ed è offerta una gamma molto ampia: essa si estende infatti dai 50 microampère a ben 5 ampère. La prima è praticamente la sensibilità diretta dello strumento di misura vero e proprio: i diversi « shunt » per le altre portate sono individuabili chiaramente alla **figura 3** relativa ai componenti interessati a questo impiego. Si osservi che per la portata di 5 ampère si è resa necessaria una resistenza di soli 0,1 ohm (R_{32}).

Misure di tensione alternata

Fig. 4

Per la disposizione delle resistenze si può notare molta analogia con lo schema riportato a fianco. Oltre al caratteristico impiego del gruppo raddrizzatore (**figura 4**) è da far osservare che la serie di resistenze addizionali (da R_{23} a R_6) è diversa da quella di cui si usufruisce nelle misure di tensione continua: infatti si hanno qui 1.000 ohm per volt in luogo di 20.000 ohm, da cui 4.580 ohm, ad esempio (R_{23}) in luogo di 98.000 ohm (R_{24}).

Misure di resistenza

Fig. 5

Lo schema (**figura 5**) risulterà molto chiaro ai nostri lettori che hanno seguito la assai esauriente trattazione che abbiamo esposto in merito agli ohmetri. Stante la ele-

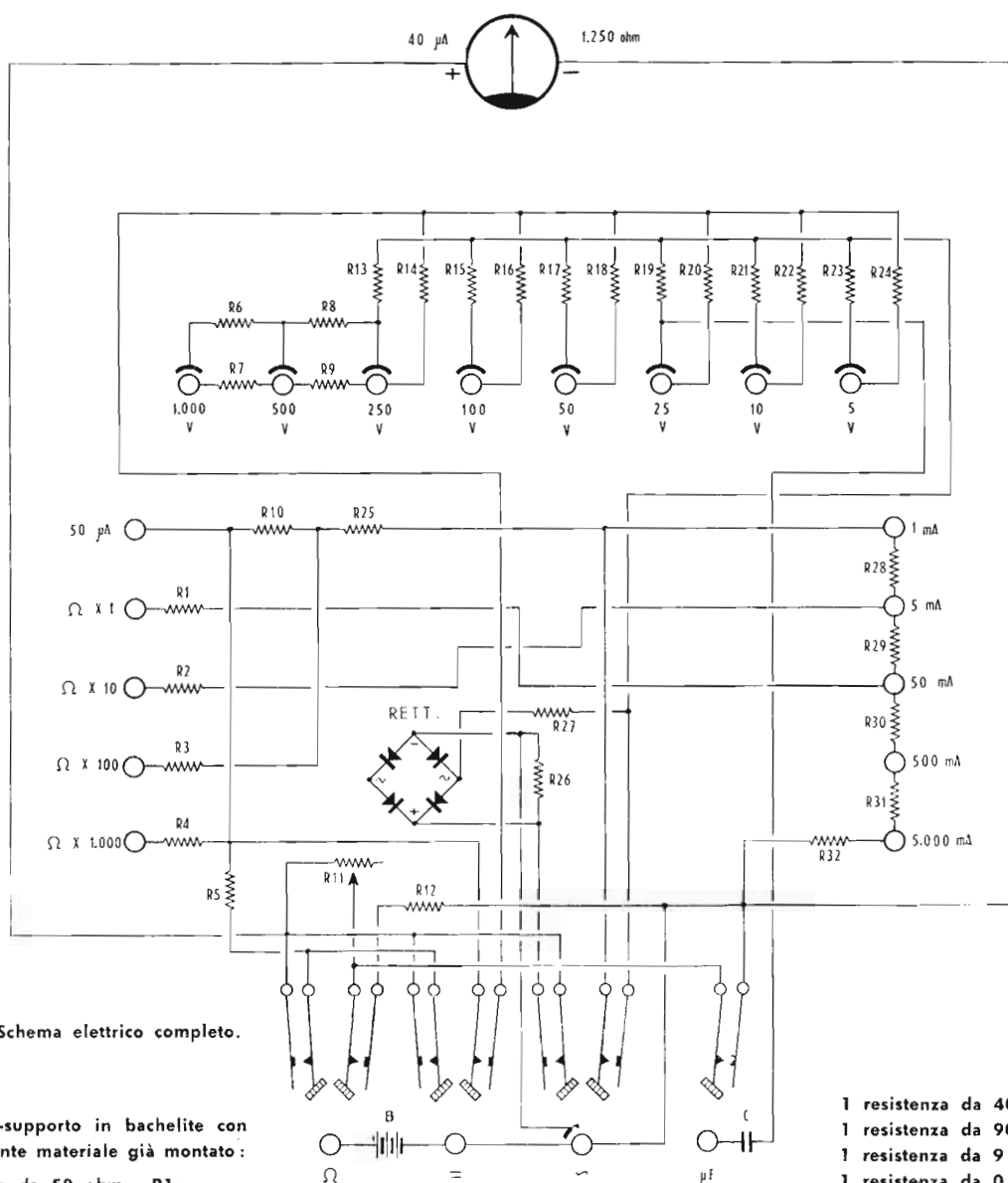



Fig. 6 — Schema elettrico completo.

1 pannello-supporto in bachelite con il seguente materiale già montato:

1 resistenza da 58 ohm - R1;
1 resistenza da 600 ohm - R2;
1 resistenza da 6083 ohm - R3;
1 resistenza da 68.250 ohm - R4;
1 resistenza da 1250 ohm - R5;
1 resistenza da 500.000 ohm - R6;
1 resistenza da 10 Megaohm - R7;
1 resistenza da 250.000 ohm - R8;
1 resistenza da 5 Megaohm - R9;
1 resistenza da 9000 ohm - R10;
1 resistenza da 2000 ohm - R12;
1 resistenza da 250.000 ohm - R13;
1 resistenza da 5 Megaohm - R14;
1 resistenza da 100.000 ohm - R15;
1 resistenza da 2 Megaohm - R16
1 resistenza da 49.580 ohm - R17;
1 resistenza da 1 Megaohm - R18;
1 resistenza da 24.580 ohm - R19;
1 resistenza da 49.800 ohm - R20;
1 resistenza da 9580 ohm - R21;
1 resisetnza da 198.000 ohm - R22;
1 resistenza da 4580 ohm - R23;
1 resistenza da 98.000 ohm - R24;
1 resistenza da 500 ohm - R25;
1 resistenza da 2.350 ohm - R26;
1 resistenza da 1.200 ohm - R27;
1 resistenza da 400 ohm - R28;
1 resistenza da 90 ohm - R29;
1 resistenza da 9 ohm - R30;
1 resistenza da 0,9 ohm - R31;
1 resistenza da 0,1 ohm - R32.
1 condensatore a carta da 30.000 pF - C.
1 raddrizzatore a ponte per strumenti - Rett.

Materiale da montare:

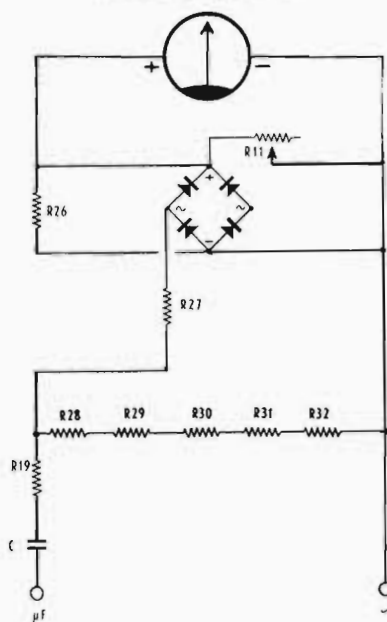
1 potenziometro (montato a reostato) da 5.000 ohm - R11.
1 microamperometro (sensibilità = 40 μA) con scale tarate per le diverse portate e tipi di lettura.
1 batteria a secco da 4,5 volt - B.
2 spinotti con cordone e puntali.
1 scatola-custodia, in materiale plastico, con 4 viti di chiusura.

vata sensibilità propria dello strumento indicatore, si è potuto, con una tensione limitata a 4,5 volt, portare la lettura fino a 20 Megaohm (ultima indicazione sulla scala — 20 K — moltiplicato per 1.000). R_{11} è, naturalmente, la resistenza variabile di azzeramento ed R_{12} quella di protezione.

La **figura 6** riporta lo schema nella sua stesura completa: esso non è, ovviamente, che la fusione degli schemi parziali sin qui visti. Deve essere messo in evidenza il particolare compito svolto dalle molette di contatto poste in corrispondenza delle quattro boccole collocate (sullo schema e sullo strumento) in basso. Allorchè viene introdotto lo spinotto in una delle citate boccole si attua, a mezzo del gambo dello spinotto stesso, sulle mollette centrali, una pressione che tende ad allargarle: ne consegue la chiusura dei contatti di destra e di sinistra, normalmente aperti, e l'utilizzazione dei dovuti elementi necessari a quel tipo di misura. Le mollette sono isolate tra loro e lo spinotto agisce su di una zona di materiale isolante, disegnata tratteggiata sullo schema. Il sistema descritto evita l'impiego di un complesso commutatore.

Si noti che lo schema è stato disegnato in maniera da

corrispondere, nella dislocazione delle varie prese, alla stessa disposizione che l'analizzatore adotta sul suo pannello, ma con veduta dall'interno, per un più comodo esame, se necessario.

Misure di capacità

La disposizione che appare a **figura 7** è nuova per il nostro lettore. Egli può vedere come sia possibile sfruttare uno strumento di lettura per creare un circuito che, facendo ricorso ad una elevata tensione alternata, può dare dirette indicazioni (su scala preventivamente tarata) del valore capacitivo di condensatori. Sostanzialmente, si ha una predisposizione per lettura voltmetrica in alternata: infatti, se alle due boccole indicate viene avviata una tensione da 110 a 220 volt, la tensione viene raddrizzata e successivamente indicata dallo strumento. Entra allora in funzione il reostato R_{11}: esso, opportunamente ruotato, permette di far coincidere l'indice dello strumento (l'azzeramento avviene in modo analogo a quello noto per le misure ohmetriche) con la precisa posizione di fondo scala. Una volta azzerato l'indice, se sul percorso di un conduttore recante l'alta tensione alternata viene interposto un condensatore (**figura 8**), si verificherà uno squilibrio. Il condensatore opporrà al passaggio della corrente la sua reattanza e minore tensione giungerà alle due boccole: l'indice quindi non raggiungerà più il fondo scala e la posizione sulla quale si fermerà dipenderà in modo diretto dal valore del condensatore interposto. I valori più alti oppongono minore reattanza (l'indice tende a rimanere verso il lato destro) e viceversa. La precisa indicazione dell'apposita scala rende possibile una immediata lettura del valore di capacità del condensatore incognito interposto su uno dei conduttori come in figura a lato. Della presenza permanente di C in circuito, naturalmente è stato tenuto conto nella preparazione della scala.

Misure d'uscita

Anche questa funzione è nuova per il lettore. Essa può essere svolta, in linea di massima, da tutti i « tester »,

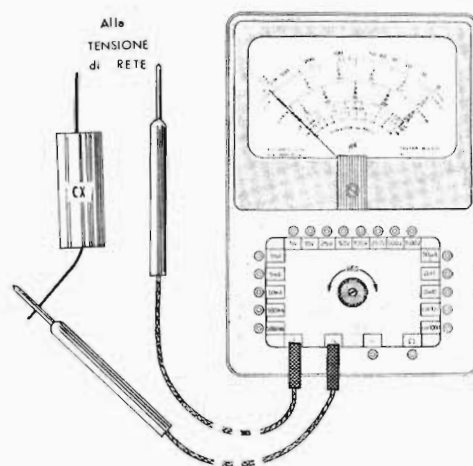



Fig. 8 — Analizzatore predisposto come misuratore di capacità. Il condensatore di valore incognito viene interposto su un lato di un collegamento a tensione di rete; non si tocchino parti metalliche dei puntali e del condensatore perchè sottoposte a tensione alta. I valori che possono essere letti con precisione vanno da circa 1.000 pF a circa 2-3 microfarad.

dato che è, in realtà, una semplice lettura di tensione alternata. Tuttavia, occorre che lo strumento venga dotato di apposita scala con indicazioni in una particolare unità di misura: il decibel (dB). Tratteremo in altra lezione, sia di tale unità di misura, sia dell'uso del misuratore d'uscita. Accenneremo al fatto che i valori riportati sulla scala sono da porsi in riferimento alla lettura eseguita per la portata di 5 volt c.a. Usando la portata 10 volt (come da **figura 9**) alla lettura indicata si dovranno aggiungere +6 dB: con la portata 25 volt se ne aggiungeranno +13; con la portata 50 volt si dovranno sommare +19,5 dB ed infine sulla portata 100 volt si aggiungeranno +25,4 decibel.

Lo strumento viene denominato misuratore d'uscita in quanto per queste letture viene connesso in « uscita » dell'apparecchiatura in esame, sia essa un radioricevitore, sia essa un amplificatore: avviando all'« entrata » di detta apparecchiatura un dato segnale, se ne potrà osservare il comportamento per tutto l'apparecchio e, di conseguenza, si potrà valutare il grado di efficienza e numerosi altri fattori.

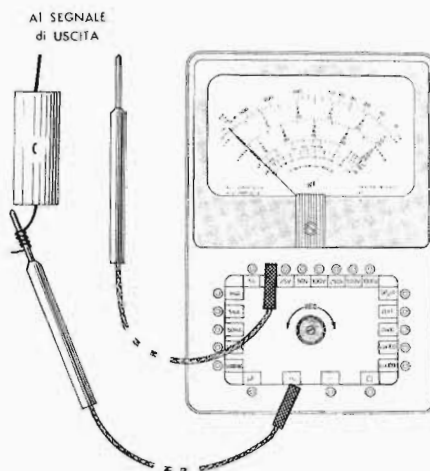



Fig. 9 — Analizzatore predisposto come misuratore d'uscita. Possono essere impiegate tutte le portate per tensione alternata, ma è necessario interporre, come è illustrato, un condensatore « C » da 10.000 pF per salvaguardare il circuito di misura dalla presenza di eventuale componente di corrente continua. Nel testo è spiegato come deve essere interpretata l'apposita scala.

MONTAGGIO - IMPIEGO

Il montaggio si riduce a pochissime operazioni. Un « tester » che debba presentare un aspetto professionale e debba risultare compatto, ordinato e razionale, comporta operazioni di montaggio di notevole delicatezza, presupponenti particolari abilità nell'operatore che le esegue. In uno spazio ristretto debbono essere collocate e saldate a dovere molte resistenze che sono assai spesso difficilmente raggiungibili con i normali saldatori: determinate operazioni debbono essere eseguite prima di altre, e solo con la costruzione di diversi prototipi si può pervenire ad un risultato soddisfacente. Queste considerazioni ci hanno portato all'unica soluzione sicura in questo caso: quella di adottare un'unità semimontata, vale a dire, già pronta per quanto si riferisce a quel lavoro che difficilmente il lettore potrebbe fare con eguale perfezione. L'unità semi-pronta si presenta come da **figura 10 A**: non resta che inserire lo strumento. Il potenziometro R_{11} e la batteria, e provvedere alle poche saldature relative a tali organi, così come compaiono alla **figura 10 B**. Ci si ricordi di unire la linguetta centrale di R_{11} con quella laterale, a sinistra guardandolo dal retro.

Occorre ricordare sempre che lo strumento misuratore è molto sensibile e che quindi deve essere protetto da qualsiasi sollecitazione meccanica, come urto, vibrazione, ecc. Come è consuetudine, le scale che si riferiscono alle misure con corrente alternata sono quelle stampate in rosso. È molto importante che, nell'uso, gli spinotti dei due cordoni siano sempre introdotti completamente, ossia a fondo, nelle rispettive boccole.

Per le misure di resistenze, uno spinotto verrà introdotto nella boccola in basso, segnata « Ω » e l'altro in una delle boccole laterali di destra, a seconda della portata desiderata. Si faccia attenzione a non scambiare la boccola « Ω × 1 » con la vicina boccola superiore « 50 μA » perchè tale errore potrebbe compromettere l'integrità dello strumento. Azzerare con i puntali in contatto tra di loro, a mezzo di « REG », e ripetere questa operazione ogni volta che si cambia portata ohmetrica. Se l'indice non arriva più a zero, cambiare la batteria: rispettare la polarità.

Per le misure di intensità in c.c. uno spinotto (negativo) va inserito nella boccola in basso « = » e l'altro (positivo) in una delle prese laterali a sinistra.

Per la sola misura di 50 μA, questo secondo spinotto sarà portato ad una boccola di destra, quella appunto contrassegnata « 50 μA ».

Per misure di intensità in c.a., lo spinotto in basso sarà passato nella boccola recante il contrassegno della c.a.

Per le misure di tensione la boccola in basso, da usare, varia tra c.c. (=) e c.a. (∾) mentre l'altra sarà sempre quella della portata prescelta.

Per le misure d'uscita si tenga presente che il livello base assunto per lo zero è 1 mW su 600 ohm, pari a 0,775 volt efficaci.

Per le misure di capacità, prima di procedere, si ruoti completamente verso sinistra la manopolina « REG », poi — applicata una tensione qualsiasi di rete tra 110 e 220 volt — si ruoti verso destra sino all'azzeramento preciso a fondo scala: inserito il condensatore come dalla figura 9, si leggerà la sua capacità sulla scala rossa apposita.

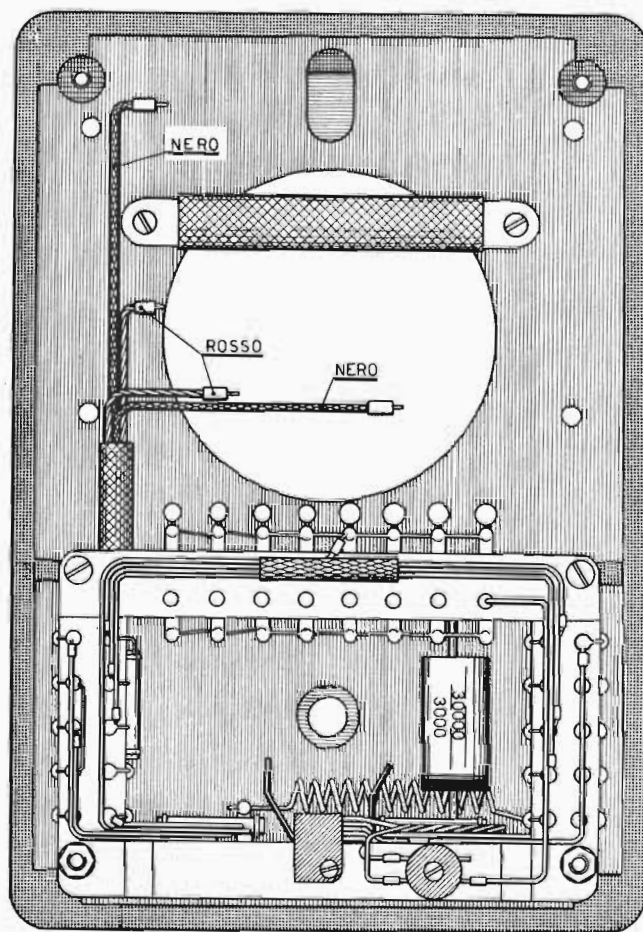



Fig. 10 A e B — Interno del pannello-custodia premontato (in alto) e aspetto dopo il montaggio (sotto) degli altri componenti.